

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHICULOS TIPO AMBULANCIA DE  
LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS**

**ERWIN BENAVIDES ALVARADO  
EDWIN LOPEZ MONROY**

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

**2015**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHICULOS TIPO AMBULANCIA DE  
LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS**

**ERWIN BENAVIDES ALVARADO  
EDWIN LOPEZ MONROY**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director:  
Ing. PEDRO J. DIAZ GUERRERO  
Ingeniero Mecánico**

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

**2015**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por brindarme todo lo que necesite en este proceso de formación e inculcarme grandes valores desde mi niñez, sin los cuales no hubiese sido posible alcanzar este logro.

A mis hermanos por el apoyo que me brindaron en los momentos complicados.

A mi familia en general por el cariño ofrecido.

***Erwin Benavides Alvarado***

## **DEDICATORIA**

A mis padres EMIRO LOPEZ y MARIA ISABEL MONROY, quienes me dieron la vida, educación, consejos y el más grande apoyo en mi formación como profesional.

A mi esposa DIANA, quien con su confianza, entrega y dedicación me alentó para continuar sin importar las dificultades que se presentarán.

A mi hijo MIGUEL ANGEL, el regalo más grande y aquel que con solo una mirada hace que mi vida sea bendecida.

A mis hermanos por su gran e incondicional apoyo.

***Edwin López Monroy***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, mis padres y hermanos que siempre me acompañaron y guiaron en todo mi paso por la universidad.

A la Universidad Industrial de Santander y profesores por aportarme sus conocimientos y consejos para la vida y etapa profesional.

A mis compañeros por la confianza brindada, colaboración en las diferentes etapas de mi proceso de formación, momentos de estudio y diversión.

***Erwin Benavides Alvarado***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, mis padres, mi esposa, mi hijo, mis hermanos que siempre me acompañaron en este gran proceso de formación.

A mis profesores por sus consejos y aportes para la vida profesional.

A mis amigos, por su confianza y colaboración en esta etapa que hoy termino con gran orgullo.

A todas las personas que se hicieron partícipes de este gran proyecto muchas gracias por su apoyo y confianza.

***Edwin López Monroy***

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	19
1. DESCRIPCION GENERAL DE LA EMPRESA	22
1.1 MISION	23
1.2 VISION	23
1.3 POLITICAS DE CALIDAD	23
1.3.1 Objetivos de calidad	24
1.4 PRINCIPIOS CORPORATIVOS	25
1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	26
1.6 SERVICIOS	26
1.7 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	27
1.7.1 Objetivo General	27
1.7.2 Objetivos Específicos	27
1.8 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	28
2. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	30
3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA	31
3.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO	31
3.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	31
3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	32
3.4 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	32
3.4.1 Mantenimiento correctivo	32
3.4.2 Mantenimiento preventivo	33
3.4.3 Mantenimiento productivo	34
3.4.4 Mantenimiento productivo total	34
3.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO	35
3.5.1Mantenimiento correctivo	35
3.5.2 Mantenimiento preventivo	36

3.5.3 Ventajas del mantenimiento preventivo.	36
3.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	41
3.6.1 Disponibilidad.	41
3.6.2 Confiabilidad	42
3.6.3 Mantenibilidad	43
3.7 DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA WEIBULL	43
4. DIAGNOSTICO	49
4.1 ADMINISTRACIÓN	49
4.1.1 Proceso de mantenimiento	49
4.1.2 Sistemas de información.	50
4.2 RESULTADOS Y ANALISIS DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	50
4.2.1 Equipos.	51
4.3 CODIFICACIÓN	51
4.4 INVENTARIO	55
4.5 ANALISIS DE CRITICIDAD	59
4.6 MODELO DE CRITICIDAD DE FACTORES PONDERADOS BASADOS EN EL CONCEPTO DEL RIESGO	61
4.6.1 Frecuencia de fallas.	62
4.6.2 Impacto operacional.	62
4.6.3 Tiempo promedio para reparar.	62
4.6.4 Costos de reparación.	63
4.6.5 Impacto ambiental.	63
4.6.6 Impacto en salud y seguridad personal.	63
4.7 RESULTADOS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD	65
5 CONCLUSION DEL ANALISIS DE CRITICIDAD	66
6. ANALISIS WEIBULL	67
7. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHICULOS TIPO AMBULANCIA DE LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS	71
7.1 DESCOMPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS EN PARTES FUNCIONALES	74

7.2 DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS Y SUS RESPECTIVAS FRECUENCIAS	74
8. SISTEMA DE INFORMACIÓN	77
8.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN	77
8.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN	78
8.3 SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	79
8.3.1 Recibir solicitudes de mantenimiento.	79
8.3.2 Ordenes de trabajo	79
8.3.3 Planear.	79
8.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CMMS	81
8.4.1 Órdenes de trabajo (OT's)	82
8.5 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL CMMS	83
8.6 CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	84
8.6.1 Sistemas operativos.	84
8.6.2 Bases de datos.	85
8.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	86
8.7.1 Lenguaje PHP	86
9. SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS	88
9.1 MÓDULOS DE LA PLATAFORMA	88
10. CONCLUSIONES	104
11. RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFIA	106
ANEXOS	107

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación de la empresa	22
Figura 2. Logotipo de la empresa	22
Figura 3. Organigrama de la empresa	26
Figura 4. Organigrama de Servicios	27
Figura 5. Parámetro de forma $\beta$	46
Figura 6. Weibull valores variables de $\eta$	46
Figura 7. Codificación	52
Figura 8. Tabla de criticidad	64
Figura 9. Resultados del análisis de criticidad	65
Figura 10. Bandas Confiabilidad vs Tiempo	67
Figura 11. Bandas MTBF	67
Figura 12. Batería Bandas Confiabilidad vs Tiempo	68
Figura 13. Batería MTBF	68
Figura 14. Disco de frenos Batería Bandas Confiabilidad vs Tiempo	68
Figura 15. Disco de frenos Batería Bandas MTBF	68
Figura 16. Filtro de aceite Confiabilidad vs Tiempo	69
Figura 17. Filtro de aceite MTBF	69
Figura 18. Cambio de Pastillas de frenos Confiabilidad vs Tiempo	69
Figura 19. Cambio de Pastillas de frenos MTBF	69
Figura 20. Cambio de filtro del combustible Confiabilidad vs Tiempo	70
Figura 21. Cambio de filtro del combustible MTBF	70
Figura 22. Cambio de filtro de aire Confiabilidad vs Tiempo	70
Figura 23. Cambio de filtro de aire MTBF	70
Figura 24. Coeficiente critico de correlacion	71
Figura 25. Partes funcionales	74
Figura 26. Ciclo del mantenimiento	83
Figura 27. Logo php	87

Figura 28. Modulo de equipos	89
Figura 29. Edicion bandas traseras	89
Figura 30. Módulo operacional	90
Figura 31. Ordenes de trabajo	91
Figura 32. Modulo programas de mantenimiento	92
Figura 33. Especificaciones	92
Figura 34. Módulo de Consumo	93
Figura 35. Protocolo de mantenimiento	94
Figura 36. Planillas	94
Figura 37. Actualizacion Contadores	95
Figura 38. Edicion contadores	95
Figura 39. Gastos	96
Figura 40. Cambios de estado	97
Figura 41. Area Operacional	97
Figura 42. Especificaciones	98
Figura 43. Equipos general	98
Figura 44. Especificaciones edicion de equipos	99
Figura 45. Administración	99
Figura 46. Diagrama de flujo modulo equipos	100
Figura 47. Diagrama de flujo del módulo Orden de Trabajo	101
Figura 48. Diagrama de flujo del módulo actualizar contadores	102
Figura 49. Diagrama de flujo modulo crear usuario	103

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Descripción de equipos	30
Tabla 2. Formato de revisión pre operacional	53
Tabla 3. Grupos de revisión	55
Tabla 4. Inventario de vehículos	55
Tabla 5. Hoja de Vida Ambulancias MV01	56
Tabla 6. Hoja de Vida Ambulancias MV02	57
Tabla 7. Inventario de herramientas de los vehículos	58
Tabla 8. Estado actual de los vehículos	59
Tabla 9. Frecuencia de falla	62
Tabla 10. Frecuencia Operacional	62
Tabla 11. Tiempo promedio para reparar	62
Tabla 12. Costos de Reparación	63
Tabla 13. Impacto Ambiental	63
Tabla 14. Impacto en Salud y Seguridad Ambiental	63
Tabla 15. Resultados del análisis de criticidad de los equipos	65
Tabla 16. Resultados de criticidad de los vehículos	66
Tabla 17. Comparación de coeficiente de determinación	72
Tabla 18. Programa de mantenimiento para MV03 y MV05	75

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Hoja de Vida Ambulancias	108
Anexo B. Programa de mantenimiento	111

## RESUMEN

### TÍTULO

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHICULOS TIPO AMBULANCIA DE LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS\*

### AUTORES

ERWIN BENAVIDES, Alvarado

EDWIN LOPEZ, Monroy\*\*

### PALABRAS CLAVES

Mantenimiento preventivo, Software para la gestión del mantenimiento, Indicadores de gestión, Criticidad de equipos.

### DESCRIPCIÓN

El control de los activos de mantenimiento es un factor de vital importancia y tiene un gran impacto en una organización, con la programación de mantenimientos preventivos y un correcto seguimiento de órdenes y reportes de trabajo, se puede llegar a conocer eficazmente el estado de dichos activos en cualquier momento.

El desarrollo de este proyecto, tiene como objetivo principal diseñar e implementar en la empresa GRUPO EMERGER IPS SAS, una herramienta que permita administrar de forma eficiente las actividades y procesos relacionados con el mantenimiento de los vehículos tipo Ambulancia, llevando a cabo una inspección completa de los equipos verificando la cantidad y el estado de estos. Seguidamente se desarrolló un análisis y diagnóstico del estado del sistema de gestión de mantenimiento existente en la empresa, para poder generar un modelo de gestión de mantenimiento más adecuado y eficiente. Se implementó el modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto del riesgo y análisis Weibull a los diferentes componentes de los equipos. Además se diseñaron formatos de codificación, ordenes de trabajo y rutinas para el plan de mantenimiento.

La gestión del mantenimiento consiste en implementar, controlar y mejorar acciones encaminadas a garantizar que los activos físicos de la organización sigan cumpliendo adecuadamente la función para la cual fueron diseñados. Para garantizar esto se desarrolla e implementa un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, con el fin de tener de forma fácil y rápida la información necesaria que permita evaluar el funcionamiento de los vehículos y tomar medidas oportunas para mejorar. Es un software hecho a medida para la empresa Grupo Emerger IPS SAS que se ajusta a sus necesidades y garantiza su crecimiento integral.

---

\* Tesis de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director, Ing. Pedro J. Díaz Guerrero

## ABSTRACT

### TITLE

MAINTENANCE PLAN FOR THE AMBULANCE VEHICLE OF THE GRUPO EMERGER IPS SAS COMPANY\*

### AUTHORS

ERWIN BENAVIDES, Alvarado  
EDWIN LOPEZ, Monroy\*\*

### KEY WORDS

Preventive maintenance, maintenance management software, management indicators, equipment criticality.

### DESCRIPTION

Control of active maintenance is a vital factor and has a great impact on an organization, with scheduling preventive maintenance and proper monitoring and reporting of work orders, you can effectively reach the status of such assets at any time.

The development of this project's main objective is to design and implement GRUPO EMERGER IPS SAS, a tool to efficiently manage activities and related maintenance processes Ambulance vehicles, carrying out a full inspection of equipment, quantity and condition of these was verified. Then an analysis and diagnosis of the management system existing maintenance company developed and thus to generate a management model most appropriate and efficient maintenance, Criticality model of weighted factors based on the concept of risk and Weibull analysis of the different components of the equipment was implemented. Besides encoding formats, work orders and routines for the maintenance plan designed.

Maintenance management is to implement, monitor and improve measures to ensure that the physical assets of the organization continue to adequately fulfill the function for which they were designed to ensure this, it develops and implements a system for computerized maintenance management in order to be easily and quickly the necessary information to evaluate the performance of the vehicles and take appropriate measures to improve. It is a software made for the Grupo Emerger IPS company that fits your needs and ensures their full growth.

---

\* Thesis of Degree

\*\* Physics and Mechanics Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Pedro J. Diaz Guerrero. Mechanical Engineer.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se presenta un crecimiento económico globalizado, donde las empresas colombianas deben prestar especial atención a todos los procesos a desarrollar, para poder identificar las oportunidades a nivel de servicio, calidad y precio.

Una de las áreas a optimizar es el departamento de mantenimiento, el cual afecta directamente la calidad y el precio del producto, ya que equipos en mal estado generan disminución en la capacidad del servicio.

Cumplir con las necesidades de un paciente de ambulancia, requiere de cuidadosa planeación que garantice soporte vital básico y soporte avanzado de vida o de cuidados críticos con estándares superiores de calidad.

GRUPO EMERGER IPS SAS servicios especiales en salud, es una compañía Colombiana de ambulancias que opera a nivel nacional con sede en Bucaramanga Santander. Proveedores de las principales entidades promotoras de salud gracias a que se ofrece un servicio de traslado y asistencia médica rápida, segura, confiable y de gran experiencia.

Estos vehículos deben movilizarse a altas velocidades y con maniobras a veces imprevistas al transitar por zonas de congestión vehicular, durante las veinticuatro horas del día, aumentando así el grado de desgaste y probabilidad de falla de algunos componentes del mismo ya sean mecánicos, eléctricos o electrónicos.

De esta manera para garantizar lo anterior se realizó un PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHICULOS TIPO AMBULANCIA DE LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS, que permite garantizar una buena disponibilidad y confiabilidad de los equipos alargando también su vida útil. A su

vez disminuir los elevados costos de llevar a cabo únicamente un mantenimiento correctivo, aumentando la disponibilidad de las unidades y disminuyendo los tiempos inoperativos.

Existe una importancia fundamental en realizar un plan de mantenimiento que abarque las rutinas, actividades, procedimientos, recursos tanto materiales como de mano de obra y duración necesaria para realizar el mismo. En este se valoran aspectos como inventarios de equipos a mantener, personal, herramientas, repuestos y rutinas de mantenimiento.

De igual manera se desarrollo un sistema de información para la gestión del mantenimiento, donde se almaceno toda la información requerida de los equipos como fichas técnicas de los equipos, hojas de vida, repuestos, ordenes de trabajos, manejo de indicadores para una supervisión más eficaz de los mismos y así garantizar una mayor operatividad, por ende mayor calidad en la prestación del servicio y competitividad de la empresa.

Todo esto fundamentado en una base teórica de diferentes autores reconocidos en los temas de gestión de mantenimiento.

En este orden de ideas encontraremos en el presente documento, el desarrollo de las actividades iniciando el primer capítulo con la descripción general de la empresa Grupo Emerger IPS SAS, seguido de los objetivos y justificación del trabajo de grado apoyado en una fundamentación teórica, con conceptos claves de los diferentes tipos de mantenimiento como lo son correctivos, preventivos e indicadores de gestión para la confiabilidad mantenibilidad y disponibilidad de los equipos.

Posteriormente en el siguiente capítulo se encontrará el diagnostico realizado a los activos de la empresa donde se evidenciaron las fortalezas y falencias en el

sistema de administración del mantenimiento, por lo que se decide realizar una codificación de los vehículos y sus respectivos sistemas e inventario. Luego con toda la información organizada se hizo un modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto del riesgo el cual permitió conocer el nivel de criticidad que se encontraban los equipos, de acuerdo a esto se decidió diseñar el plan de mantenimiento.

En el siguiente capítulo se detalla el desarrollo de todo el plan de mantenimiento, especificando la descomposición de los equipos en partes funcionales, definición de las actividades preventivas y sus respectivas frecuencias, cronograma de mantenimiento, y listas de chequeo.

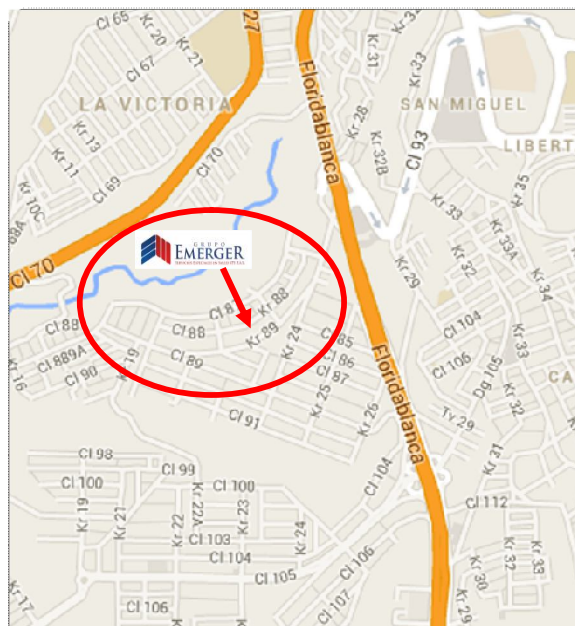
Por último se explica el sistema de información desarrollado para la gestión del mantenimiento de los vehículos y su posterior socialización con la empresa Grupo Emerger IPS SAS, dejando recomendaciones para el correcto funcionamiento del plan.

## 1. DESCRIPCION GENERAL DE LA EMPRESA

GRUPO EMERGER IPS SAS servicios especiales en salud, es una compañía Colombiana de ambulancias que opera a nivel nacional con sede en Bucaramanga Santander. Proveedores de las principales entidades promotoras de salud gracias a que se ofrece un servicio de traslado y asistencia médica rápida, segura, confiable y de gran experiencia.

**Ubicación.** La empresa está ubicada en la Avenida 89 número 22-169 del barrio Diamante 2 en la ciudad de Bucaramanga, Santander.

**Figura 1. Ubicación de la empresa**



Fuente. <https://www.google.co/maps>

**Figura 2. Logotipo de la empresa**



## **1.1 MISION**

Grupo Emerger Servicios Especiales en Salud IPS SAS es una compañía especializada el transporte de pacientes de cuidado crítico y en asistencia médica domiciliaria integral , que contribuye de manera abnegada al mejoramiento de la atención en salud de sus usuarios; fundamentándose en los principios éticos, morales y profesionales de prevención de la enfermedad y promoción de una salud integral; basados en calidad, eficiencia y eficacia; y desarrollando procesos técnicos- científicos estratégicos, que nos permitan ser una empresa sobresaliente, de preferencia y de gran apoyo a las diferentes instituciones prestadoras de salud.

## **1.2 VISION**

Grupo Emerger Servicios Especiales en Salud IPS SAS será una empresa reconocida, a nivel nacional, como institución líder en la prestación de servicios de salud especializados y dirigidos por profesionales de alta calificación e infraestructura de avanzada tecnología.

## **1.3 POLITICAS DE CALIDAD**

El gerente de GRUPO EMERGER IPS SAS, en conjunto con el Coordinador de calidad, han definido una política de calidad acorde al propósito de la empresa, la cual incluye un compromiso de satisfacer los requisitos del cliente y el usuario y de mejorar continuamente. Esta política se divulgará a todo el personal y se publicará a en las instalaciones de la empresa. La política de calidad de la empresa es la siguiente:

“GRUPO EMERGER SERVICIOS ESPECIALES EN SALUD IPS SAS ofrece transporte y asistencia médica, de manera segura, oportuna, equitativa; contando

con un equipo técnico y humano idóneo que busca la satisfacción de los clientes y el bienestar de los usuarios. Poseemos un compromiso con la calidad y el mejoramiento continuo institucional en asistencia médica y salud comunitaria, cumpliendo y superando las expectativas de nuestros clientes y de todas las personas que participan en el proceso de atención mediante la prestación de servicios con valor, eficacia y eficiencia; buscando siempre la excelencia.”

**1.3.1 Objetivos de calidad.** La definición de los objetivos se basa en la política de calidad, por lo cual el grado de cumplimiento de estos aseguran que la política de calidad se está implementando y cumpliendo.

A través de la medición de estos objetivos y los indicadores asociados a cada uno se tiene un valor numérico del nivel de eficacia alcanzado por el sistema de gestión de calidad. Este cálculo es complementado con análisis de datos y el diseño e implementación de acciones de mejora derivadas de este análisis.

**Grupo Emerger IPS SAS define como objetivos de calidad:**

- Mejorar continuamente el Sistema de Gestión de la Calidad Satisfacer las necesidades de los clientes garantizando de esta manera la satisfacción de las necesidades de los usuarios.
- Utilizar insumos, elementos y equipos de alta calidad.
- Garantizar que el personal mantiene las competencias necesarias para la óptima ejecución de sus labores.
- Garantizar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.
- Ofrecer transporte y asistencia médica, de manera segura, oportuna, equitativa

## 1.4 PRINCIPIOS CORPORATIVOS

**Respeto a la dignidad humana.** Garantizando, hasta donde esté al alcance, los derechos universales e irrenunciables de la persona y la comunidad para mejorar la calidad de vida y el desarrollo individual y social de la dignidad, que debe reconocerse a todo ser humano.

**Universalidad.** Atendiendo a todas las personas que soliciten nuestro servicio sin ninguna discriminación y en todas las etapas de la vida, de conformidad con las disposiciones legales que organizan la atención en el país y los recursos disponibles.

**Integridad.** Brindando atención continua y oportuna a las familias y a las personas, en su contexto social, con servicios de óptima calidad, humana, científica y técnica en el marco de servicios que constituyen nuestro portafolio.

**Eficiencia.** Buscando la mejor aplicación del talento humano y de los recursos administrativos, tecnológicos y financieros, disponibles, con criterio de rentabilidad social y económica.

**Eficacia.** Garantizando la solución de aquellos problemas de salud de población usuaria que correspondan a sus necesidades y expectativas, y que estén bajo nuestra responsabilidad.

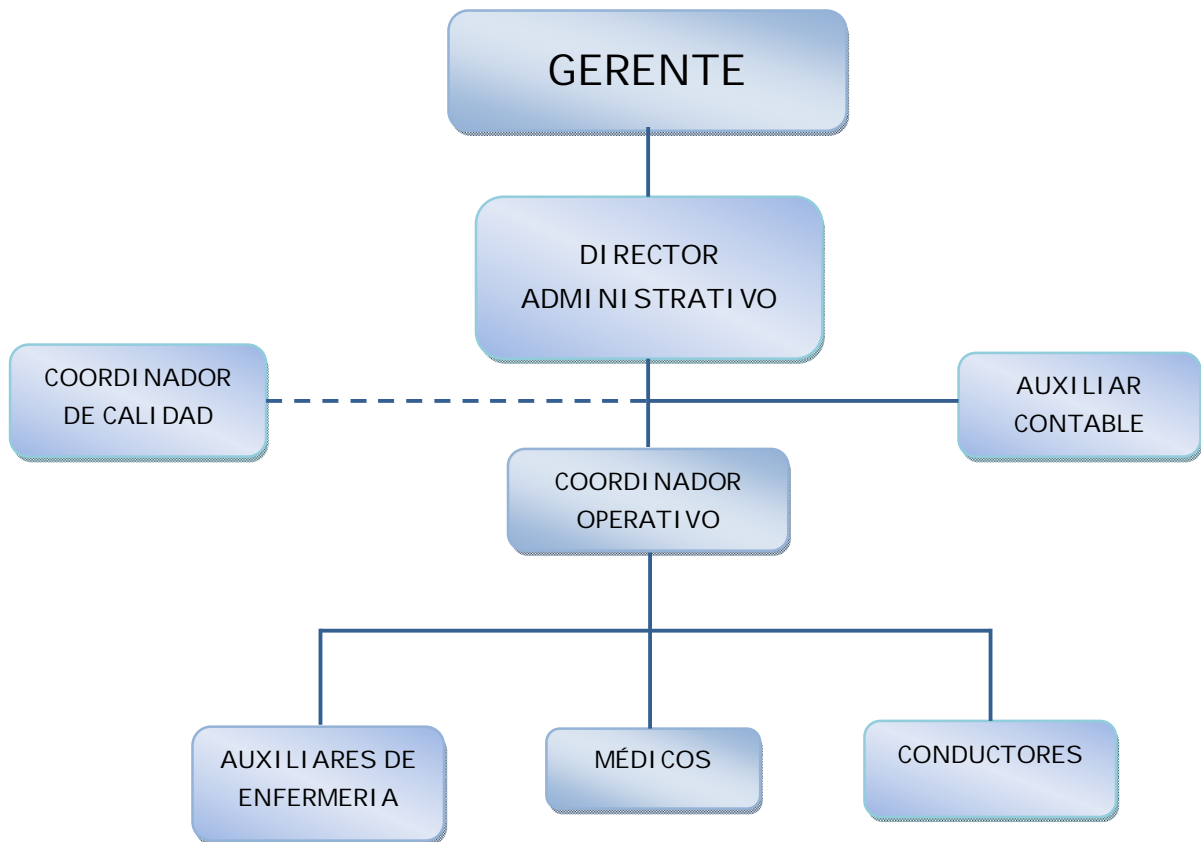
**Solidariad.** Ampliando la cobertura con servicios de salud, a las personas de nuestra área de influencia con mayores limitaciones de acceso, siempre y cuando las condiciones lo permitan.

**Calidad.** Buscando mejorar permanentemente nuestros patrones de calidad predefinidos para caracterizar la gestión y los servicios.

**Equidad.** Atendiendo a las personas y grupos de población expuestos a mayores riesgos para su salud, con el fin de brindarles aquella protección especial que esté a nuestro alcance.

## 1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Figura 3. Organigrama de la empresa

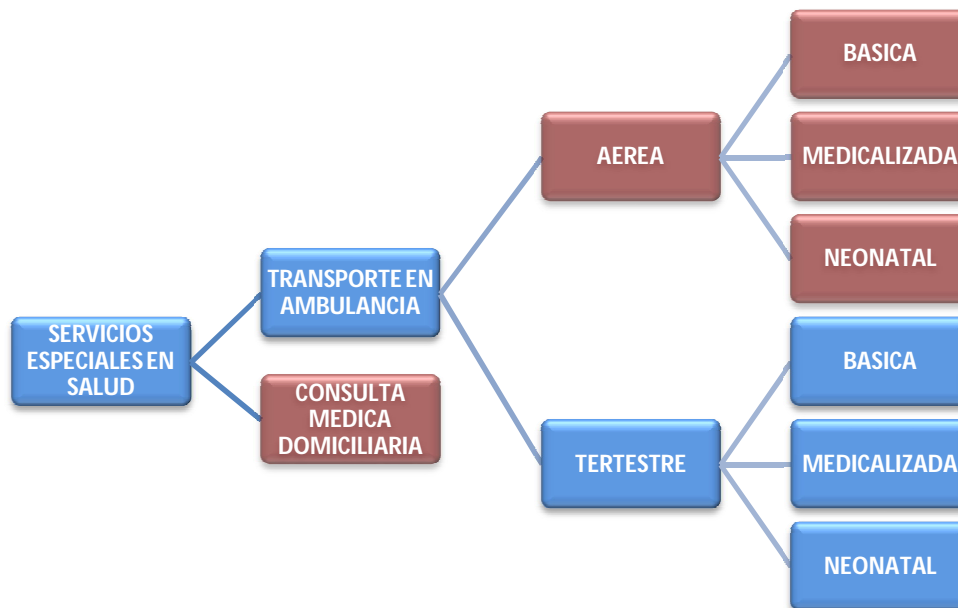


Fuente. Empresa Grupo Emerger

## 1.6 SERVICIOS

GRUPO EMERGER IPS SAS, ofrece servicios especiales en salud en las modalidades de transporte especializado de pacientes y consulta médica domiciliaria, como se muestra en el siguiente recuadro.

**Figura 4. Organigrama de Servicios**



Fuente. Empresa Grupo Emerger

## **1.7 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

**1.7.1 Objetivo General.** Contribuir con el fortalecimiento y colaboración Universidad – Empresa en el cumplimiento de su misión determinada en formar personas de alta calidad profesional, en la generación y adecuación de conocimientos técnicos y científicos adquiridos en su formación académica, contribuyendo con la misión de la universidad de liderar procesos de cambio por el progreso y desarrollo del sector. Desarrollando un Plan de Mantenimiento para los Vehículos tipo Ambulancias de la empresa Grupo Emerger IPS SAS.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico del estado actual del mantenimiento de los vehículos tipo ambulancias del Grupo Emerger IPS SAS, mediante formatos técnicos y un posterior análisis de los resultados.

- Diseñar y crear fichas técnicas y hojas de vida mediante recopilación de información para caracterizar y llevar un historial de los vehículos.
- Implementar un plan de mantenimiento por medio de actividades de planificación, organización y control para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los vehículos, de la empresa Grupo Emerger IPS SAS.
- Diseñar e implementar un sistema de información para la administración del mantenimiento, realizado en una plataforma informática, y de esta manera optimizar y organizar el Plan de Mantenimiento de los Vehículos tipo Ambulancia del Grupo Emerger IPS SAS, en cuanto a costos de mantenibilidad y tiempos de operación.
- Socializar el Plan de Mantenimiento para el entendimiento general.

## **1.8 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO**

Es de gran interés poderle otorgar a los vehículos una mayor disponibilidad con la finalidad de prestar un servicio de atención a emergencias medicas a sus clientes, a través de una planificación preventiva de las actividades para el cuidado y mantenimiento de dichos vehículos.

El diseño y cumplimiento de un plan de mantenimiento garantiza el mejor estado de operación de los vehículos tipo ambulancia para el transporte de pacientes, el cual permitirá un cumplimiento de la misión de la empresa.

Existe una importancia fundamental en realizar un plan de mantenimiento que abarque las rutinas, actividades, procedimientos, recursos tanto materiales como de mano de obra y duración necesaria para realizar el mismo. En este se valoran

aspectos como inventarios de equipos a mantener, personal, herramientas y repuestos y rutinas de mantenimiento.

La reparación de las unidades representa un gasto muy elevado para la empresa una vez que falla, es decir cuando el mantenimiento que se practica es correctivo, impidiendo que la unidad continúe prestando el servicio. El tiempo para la reparación del vehículo va relacionado con el tipo de falla presentado, esto influye de manera significativa en el tiempo de la no operatividad de la unidad.






Es por esta razón que la empresa considera de suma importancia la realización de un plan de mantenimiento preventivo que permita disminuir los elevados costos de llevar a cabo únicamente un mantenimiento correctivo, aumentando la disponibilidad de los vehículos y disminuyendo los tiempos inoperativos, para así aumentar la calidad y garantizar la prestación del servicio.

Basados en un análisis de criticidad, el cual se basa en diferenciar o escalonar los equipos que tienen una gran influencia en los resultados de los que no la tienen.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

La empresa cuenta con 5 vehículos tipo ambulancias los cuales se describen en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Descripción de equipos**

	DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS	CODIGO VERSION PAGINA	GE-MTO-01 1 1 DE 1
<b>MOVIL 01</b>			
	<b>Marca</b> <b>Línea</b> <b>Placa</b> <b>Color</b> <b>Modelo</b> <b>Combustible</b>	MITSUBISHI TRAFIC BYM218 BLANCO SOLIDO 2007 gasolina	
<b>MOVIL 02</b>			
	<b>Marca</b> <b>Línea</b> <b>Placa</b> <b>Color</b> <b>Modelo</b> <b>Combustible</b>	NISSAN URVAN CPV017 BLANCO 2007 diesel	
<b>MOVIL 03</b>			
	<b>Marca</b> <b>Línea</b> <b>Placa</b> <b>Color</b> <b>Modelo</b> <b>Combustible</b>	RENAULT TRAFIC HCK551 BLANCO 2014 diesel	
<b>MOVIL 04</b>			
	<b>Marca</b> <b>Línea</b> <b>Placa</b> <b>Color</b> <b>Modelo</b> <b>Combustible</b>	JIMBEY SY6548J1S3BH MFS240 BLANCO 2012 diesel	
<b>MOVIL 05</b>			
	<b>Marca</b> <b>Línea</b> <b>Placa</b> <b>Color</b> <b>Modelo</b> <b>Combustible</b>	RENAULT TRAFIC HBW791 BLANCO GLACIAL 2014 diesel	

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA**

Este capítulo es referente a los conceptos y aspectos básicos acerca del mantenimiento industrial, buscando en ellos el apoyo y fundamentación necesario para el desarrollo de un sistema de gestión del mantenimiento de la empresa grupo Emerger IPS SAS, para poder alcanzar un alto nivel de calidad, sostenibilidad y competitividad en el actual mercado.

#### **3.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen o se restablece, a un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.

Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento<sup>1</sup>.

Mantener es realizar operaciones tales como: limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparaciones y mejoras que permiten conservar el potencial de un equipo para asegurar su continuidad y garantizar la calidad de la producción.<sup>2</sup>

#### **3.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los activos que hacen parte del sistema de una empresa directa o indirectamente afectados a los servicios, en las

---

<sup>1</sup> DIXON, Daffuaa. Sistemas de Mantenimiento. México: Limusa, 2000. 29p.

<sup>2</sup> GONZALEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Cap. I. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

mejores condiciones y con el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

El mantenimiento debe estar encaminado a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

### **3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO**

El área de mantenimiento se ha perfilado tanto que hoy en día ocupa un lugar importante en la estructura de una organización e inclusive es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad.

Así como el departamento de mantenimiento ha mejorado, la gente que lo lleva a cabo también ha sufrido cambios y han pasado de ser técnicos multiusos a especialistas que conocen perfectamente su área de trabajo.

### **3.4 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

**3.4.1 Mantenimiento correctivo.** La revolución industrial fue un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, iniciando con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro.

El inicio de los conceptos de competitividad y optimización de costos, planteo en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paro que se producían en la producción.

Con las primeras fallas en los equipos los operarios se encargaban de efectuar las reparaciones necesarias. Pero las maquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, y con esta fue necesario formar los primeros departamentos de mantenimiento.

Para 1910 la cantidad de máquinas ya se había incrementado y esto provocaba que el trabajador invirtiera cada vez más de su tiempo para hacer trabajos de arreglo a las mismas (Mantenimiento Correctivo),

Es así como fue necesario formar cuadrillas de mantenimiento correctivo con personal de baja calidad para liberar de este trabajo al personal de producción, el cual debía conocer y tener habilidad para producir lo que hacia la máquina.

El personal de mantenimiento correctivo se le comenzó a asignar labores de prevención para evitar que las maquinas más importantes fallaran<sup>3</sup>.

**3.4.2 Mantenimiento preventivo.** Este tuvo desarrollo en la época de 1916 a 1940, Shewhart desarrolla el Control Estadístico de Calidad (SQC) y Edward Deming se le une con su libro PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD que logra una mejora importante en la industria norteamericana.

Pero con la llegada de la segunda guerra mundial se abandonó esta práctica. La administración y el control estadístico dieron pie al estudio de equipos:

- En el análisis en los modos de fallo.
- En la aplicación de técnicas estadísticas.
- La tecnología de detección basándose en las condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad.

---

<sup>3</sup> REYNA, Idalia de la Rosa. Historia del Mantenimiento [en línea]. [Citado el 15 Octubre de 2014]. Disponible en internet:<URL:<<http://es.scribd.com/doc/63399284/Historia-Del-Mantenimiento>>>

La segunda guerra mundial obligo a los países beligerantes, sobre todo a Estados Unidos de América, a trabajar con sus industrias de acero las 24 horas y a tomar a los obreros como administradores de primer nivel a fin de mejorar la comunicación y la toma de decisiones en la línea de trabajo.

Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambio de aceites y lubricantes.

**3.4.3 Mantenimiento productivo.** Debido al fuerte crecimiento de la productividad, la exigencia de los mercados por la mejora aumento la calidad del producto.

Se creó el concepto de mantenimiento productivo. Esto enfoco el trabajo de mantenimiento a obtener tanto calidad como cantidad de producto, y no solo dedicarse al cuidado de las máquinas.

El mantenimiento productivo no es solo mantener los equipos sino mejorar la calidad mediante modificaciones de diseño que mejoren la fiabilidad de los equipos. De esta manera el mantenimiento productivo engloba el mantenimiento correctivo, preventivo y la gestión de la calidad.

**3.4.4 Mantenimiento productivo total.** En 1971 Seiichi Nakajima creó el mantenimiento productivo total, integrando a todo el personal de la empresa para ejecutar todo tipo de mantenimiento, y se apoya en los círculos de calidad.

En la actualidad la mayor parte de las empresas tiene maquinas o recursos que exigen muchas labores manuales, aunque con la introducción de la electrónica y la informática, la automatización en algunas organizaciones ha llegado a tal grado que las labores manuales se ha minimizado.

### 3.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diferentes tipos de mantenimiento que dependiendo de los logros o beneficios obtenidos de ellos se puede definir su aplicabilidad, que aunque sean distintos en su forma, no lo son en sus objetivos<sup>4</sup>.

Para la empresa Grupo Emerger se consideran dos tipos de mantenimiento que son los que permite sostener la disponibilidad y operatividad de sus equipos:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo

**3.5.1 Mantenimiento correctivo.** Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado.

La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión de corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aun con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

---

<sup>4</sup> GARCÍA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento Industrial.. Vol. 4. Madrid: Renovetec, 2009.

La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afeción el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar.

Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

**3.5.2 Mantenimiento preventivo.** El mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresarias<sup>5</sup>.

El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades:

- Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial.
- 
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente.

### **3.5.3 Ventajas del mantenimiento preventivo.**

- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.

---

<sup>5</sup> OROZCO ALZATE, Nelson. Conceptos Básicos: Mantenimiento Preventivo. Cap. I. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

- Habrá menor número de servicios rechazados,, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de servicios comprometidos.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento.

**Alcance del mantenimiento preventivo.** Un buen programa de mantenimiento preventivo incluirá la mayor parte de los bienes físicos de la planta; se asegurará de incluir funciones estacionales del equipo mismo.

Las partes a las cuales se les va a hacer un mantenimiento preventivo dependerán del tipo de empresa.

El mantenimiento preventivo es relativamente moderno el desarrollo y aceptación que ha tenido en los últimos tiempos ha supuesto el que se haya aplicado, en ocasiones, un poco indiscriminadamente.

No siempre es conveniente aplicar el mantenimiento preventivo, los motores eléctricos de baja potencia, por ejemplo, conviene rodarlos hasta lo último, su mantenimiento resultaría muy costoso.

**Justificación de tener un mantenimiento preventivo.** Ya se había hablado de las ventajas del mantenimiento preventivo, además de ellas se tendrá que ver si el mantenimiento preventivo no es conveniente en cualquier caso. Los datos sobre la distribución de averías son básicos e importantes. Las distribuciones de tiempo entre descomposturas muestran la frecuencia con la cual las máquinas funcionan sin necesidad de repararlas, por un número determinado de horas de operación

que comúnmente se presentan como distribuciones de fracción de tiempo entre descomposturas que excede a un tiempo de funcionamiento dado.

**Revisión preventiva planificada.** Desde el punto de vista de organización la revisión preventiva planificada establece las siguientes etapas:

- Puntos de revisión en la Planta.
- Normas de revisión y tiempo estimado para la misma.
- Periodicidad.
- Fijación de rutas o caminos.
- Personal necesario.
- Planeamiento de las revisiones.
- Emisión de órdenes de trabajo, estudiando en forma correcta la preferencia para el mantenimiento correctivo.
- El costo del equipo juega un papel importante para la justificación de un mantenimiento preventivo.

**Formas del mantenimiento preventivo.** Todos los datos de instrucciones, el historial y las acciones de mantenimiento preventivo deben registrarse en formas adecuadas. Es útil para la toma de políticas administrativas a lo que se refiere al mantenimiento.

Las fuentes de que se disponga debe de ser lo más confiable posible. Existen, por lo general, las siguientes fuentes principales de información:

- Documentación técnica provista por el fabricante (las llamadas cartas u hojas de máquina o fichas de equipo).
- Documentación acumulada debido a la experiencia y ordenamiento de órdenes de trabajo por el usuario.
- Consultas a otros usuarios.

Con base a la información de las fuentes anteriores se pueden preparar las planillas de inspección de los bienes productivos, los formularios de trabajo de mantenimiento y las tarjetas de registro histórico.

Respecto a la primera fuente, es difícil encontrar buena documentación técnica de bienes productivos emitida por los fabricantes para proteger mediante un adecuado mantenimiento, el uso productivo de los bienes, por lo que se hace necesario recurrir a la experiencia y observación de los demás. Esto ha ayudado a comenzar a editar manuales de máquinas y que también se dice no están bien mejorados.

Un buen manual de bienes productivos debe contener los siguientes capítulos:

- Manual de mantenimiento - Informa sobre el buen cuidado del equipo.
- Manual de operación - Informa sobre el uso correcto del equipo.
- Manual de inspección - Indica las formas y períodos de detección.
- Catálogo de piezas - Informa sobre características de piezas de repuesto.
- Manual de reparaciones - Indica la técnica de reparación.

El trabajo del diseño de estos documentos, que muy difícilmente pueden estar todos en la empresa, debe hacerse entre el departamento de mantenimiento y el de métodos.

Es bueno tener un acopio interesante de lo que se refiere a técnicas actualizadas de emisión periódica, generalmente en revistas especializadas que informan las fallas más comunes en los bienes productivos. Para un buen logro en estas actividades es necesario contar, además, con un buen análisis y experiencia por parte del usuario.

**Elaboración de las formas de mantenimiento.** Después de tener la información necesaria acerca de los bienes productivos, es bueno primero hacer una depuración de ellos y contar luego con las políticas que se siguen en la empresa para desarrollar las diferentes formas que entrarán a "controlar" las operaciones de mantenimiento en los bienes productivos.

Los documentos mínimos imprescindibles son:

- Tarjetas o fichas de equipo (el más importante).
- Planillas de inspección u hojas de ruta (M.S.).
- Registros de las fechas de inspección.
- Pedidos (reportes) de reparación de máquinas u órdenes de trabajo, y según el tipo de este (emergencia, urgente y normal) depende que hayan varios tipos de formas.
- Planillas de registro de lubricación.
- Informe de horas improductivas por mantenimiento.
- Informes de costos de lucro cesante (por mantenimiento).
- Informes de costo de mantenimiento sea cual fuere éste y de mano de obra.

Todos estos informes son importantes para la elaboración de formularios u otros informes dependiendo del tipo de empresa de que se trate y lo mismo que del tipo de bien productivo.

La buena organización del mantenimiento radica, por lo general, el mantener un buen archivo de formatos, hechos con ayuda del departamento de mantenimiento y el departamento de métodos, disponibles para la elaboración de los diversos manuales utilizados en el departamento de mantenimiento, además de ser importantes para un buen seguimiento en las políticas a ejecutar en cuanto al mantenimiento en general se refiere.

### 3.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Son parámetros numéricos que convenientemente utilizadas, pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso.

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

Estos índices son herramientas para la definición de como las instalaciones ofrecen resultados y si su capacidad está bien usada.

**3.6.1 Disponibilidad.** La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una maquina esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

***Ecuación 1. Disponibilidad teórica***

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Donde:

$T_o$  = tiempo total de operación

$T_p$  = tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

Así, se tiene:

***Ecuación 2. Disponibilidad***

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

Donde:

***TPEF*** = Tiempo promedio entre fallos

***TPPR*** = Tiempo promedio de reparación

**3.6.2 Confiabilidad.** Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

*Tiempo promedio entre fallas:* Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.

***Ecuación 3. Tiempo promedio entre fallas***

$$TPEF = \frac{HROP}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

HROP = Horas de operación

NTFALLAS = Numero de fallas detectadas

**3.6.3 Mantenibilidad.** Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición específica en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

***Ecuación 4. Tiempo promedio para reparar.***

$$TPPR = \frac{TTF}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

TTF = Tiempo total de fallas

NTFALLAS = Numero de fallas detectadas

### **3.7 DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA WEIBULL**

Desde hace más de medio siglo, la distribución de Weibull ha atraído la atención de los estadísticos que trabajan en la teoría y métodos, así como en diversos campos de la estadística aplicada. Junto con la normal, exponencial,  $X^2$  y la distribución de Weibull es sin duda alguna el modelo más popular de la estadística moderna. Es de sumo interés para los estadísticos orientados a la teoría a causa de su gran número de características especiales y para los profesionales debido a su capacidad para adaptarse a los datos de diversos campos, que van desde datos de vida, datos de clima o las observaciones hechas en economía y

administración de empresas, en hidrología, en la biología o en las ciencias de la ingeniería.

**Generalidades de Weibull.** La principal ventaja del análisis de Weibull es la capacidad de proporcionar predicciones de análisis de fallas y fracasos razonablemente precisas con muestras muy pequeñas. Las soluciones son posibles en las primeras indicaciones de un problema sin tener que "chocar un poco más." Las muestras pequeñas también permiten que las pruebas de componentes sean rentables. Por ejemplo, las pruebas de "muerte súbita" de Weibull se han completado cuando el primer fallo ocurre en cada grupo de componentes, (digamos, grupos de cuatro cojinetes). Si todos los rodamientos son probados al fracaso, el costo y el tiempo requerido es mucho mayor.

Otra ventaja del análisis de Weibull es que proporciona una representación gráfica simple y útil. El gráfico de datos es extremadamente importante para el ingeniero y el gerente. La escala horizontal es una medida de la vida o el envejecimiento, Ciclos de inicio / parada, kilometraje, tiempo de funcionamiento, aterrizajes o los ciclos de la misión son ejemplos de parámetros de envejecimiento. La escala vertical es el porcentaje acumulado de falla. Los dos parámetros definitorios de la línea de Weibull son la pendiente, beta, y la vida característica, eta. La pendiente de la recta,  $\beta$ , es particularmente significativo y puede proporcionar pistas de la falla física. La vida característica,  $\eta$ , es el tiempo típico para el fracaso en el análisis de Weibull. Se relaciona con el tiempo medio hasta el fallo.

**Datos de Weibull.** Los datos de Vida son especiales en el sentido de que hay que conocer la "edad" de las partes que están fallando. Los datos de falla de Weibull son datos de vida. La "Edad" puede ser el tiempo de funcionamiento, se inicia y se detiene, aterrizajes, despegues, ciclos de fatiga de bajo ciclo, el kilometraje, el tiempo de almacenamiento, ciclos o tiempo a alta tensión o de alta temperatura, o muchos otros parámetros. Por lo general, el parámetro de envejecimiento

apropiado es a partir de la física del modo de fallo, pero a veces puede haber confusión. Por ejemplo, ¿Un álabe de turbina erosionan debido al tiempo de funcionamiento, o el tiempo a alta temperatura, o ciclos de calor-frío?, sin el conocimiento de ingeniería para decirnos que parámetro de envejecimiento es mejor, la elección se determina a partir de gráficas de Weibull de las diferentes alternativas. El mejor parámetro de envejecimiento es el que tiene el mejor ajuste en comparación con una línea recta. El análisis adecuado de los datos depende del tipo de datos. Los datos se pueden clasificar como completo y censurado (o incompleto). Estos últimos se pueden Subdividir en diferentes categorías. En esta sección se discuten brevemente estos dos tipos de datos.

**Características de la distribución de Weibull.** Una distribución se define matemáticamente por su ecuación FDP (Función de Densidad de Probabilidad). La expresión más general del FDP de Weibull viene dada por los tres parámetros de expresión de distribución de Weibull, o bien:.

***Ecuación 5. Función de Densidad de Probabilidad***

$$f(T) = \frac{\beta * ((t)^{\beta-1})}{\eta^\beta} * e\left(-\left(\frac{(t)}{\eta}\right)^\beta\right)$$

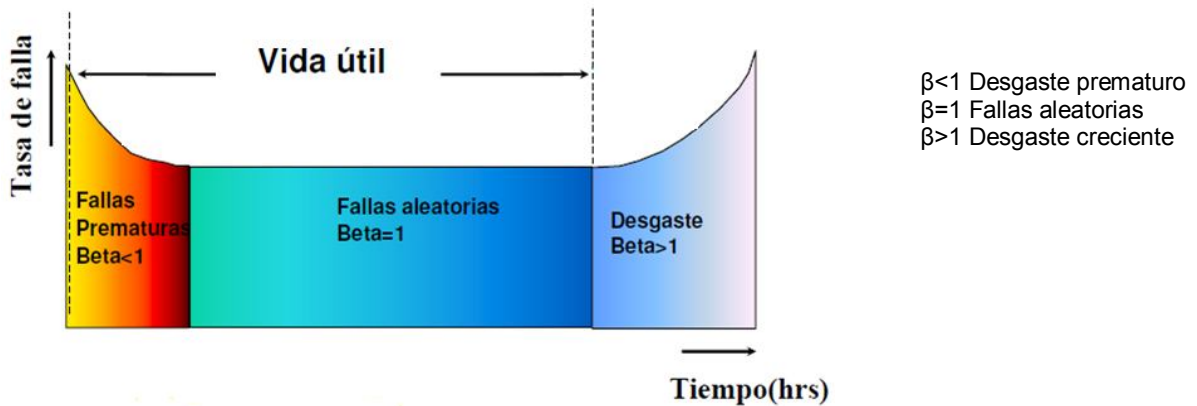
- **β es el parámetro de forma.**
- **η es el parámetro de escala.**

**Parámetro de forma β.**

- También se conoce como la pendiente de Weibull. Esto es porque el valor de β es igual a la pendiente de la línea en el gráfico de probabilidad. Los diferentes valores del parámetro de forma marcan efectos sobre el comportamiento de la distribución.

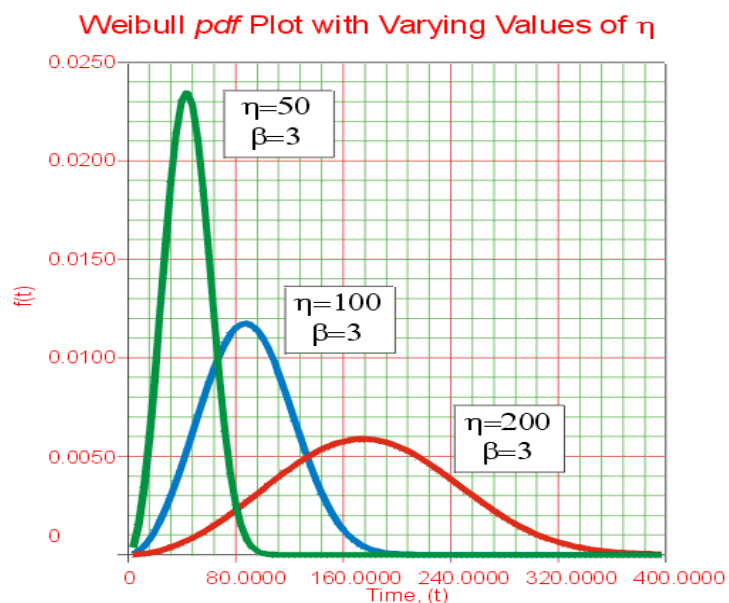
- De hecho, algunos valores del parámetro de forma harán que las ecuaciones de distribución se reduzcan a los de otras distribuciones. Por ejemplo, cuando  $\beta = 1$ , el FDP de la de tres parámetros de Weibull se reduce a la de los dos parámetros de distribución exponencial. El  $\beta$  parámetro es un número puro, es decir, es a dimensional.

**Figura 5. Parámetro de forma  $\beta$**



La Vida Característica  $\eta$  es el valor del dato que corresponde al 63.2% del valor del rango medio de la línea recta.

**Figura 6. Weibull valores variables de  $\eta$**



### **$\beta < 1$ (Tasa de riesgo decreciente)**

- Implica mortalidad infantil.
- Si esto ocurre, puede existir:
  - Carga, inspección o prueba inadecuada.
  - Problemas de Manufactura.
  - Problemas de reparación.
- Si un componente sobrevive la mortalidad infantil, la resistencia a fallar mejora con la edad.

### **$\beta = 1$ (Tasa de riesgo constante)**

- Implica fallas aleatorias (Distribución Exponencial).
- Una parte vieja es tan buena como una nueva.
- Si esto ocurre:
  - Mezcla de modos de falla.
  - Las fallas pueden deberse a eventos externos, como: luminosidad o errores humanos.
  - Fundido y removido antes de su desgaste.

### **$1 < \beta < 4$ (Tasa de Riesgo creciente)**

- Si esto ocurre:
  - La mayoría de los rodamientos y engranes fallan.
  - Corrosión o Erosión.
  - El reemplazo programado puede ser efectivo en costo.
  - $\beta = 3.44 \Rightarrow$  aprox. Normal,  $\beta = 2 \Rightarrow$  Rayleigh

**$\beta > 4$  (La tasa de riesgo crece rápidamente)**

- Implica edad avanzada y rápido desgaste.
- Si esto ocurre, sospeche de:
  - Propiedades del material.
  - Materiales frágiles como la cerámica.
  - Variabilidad pequeña en manufactura o material.

## 4. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico realizado al programa de mantenimiento de la empresa Grupo Emerger, tuvo como objetivo identificar falencias y ventajas que tiene el modelo actual de mantenimiento. A su vez valorar los equipos (ambulancias) a través de la observación y registro en formatos técnicos del estado de los vehículos. Para el cumplimiento de lo anterior se realizó una codificación e inventario de los diferentes elementos que componen los sistemas de los vehículos, lo que nos permitió determinar el tipo de plan más adecuado para la administración del mantenimiento en la empresa Grupo Emerger.

### 4.1 ADMINISTRACIÓN

El diagnóstico a la administración del mantenimiento en la empresa Grupo Emerger, fue realizado por medio de entrevistas, inspección y observación en un periodo de 1 mes.

En esta fase de diagnóstico, se logró entrevistar al gerente y algunos operarios de los equipos. Los cuales nos proporcionaron información de cómo era el proceso que se debía llevar a cabo para la realización del mantenimiento a un equipo.

De este modo se dividió el diagnóstico en dos partes, las cuales son el proceso de mantenimiento y sistemas de información.

**4.1.1 Proceso de mantenimiento.** Como resultado del trabajo de campo se determinó que la empresa tiene dos tipos de mantenimiento; correctivo (siendo este el más utilizado) y el preventivo.

El mantenimiento correctivo comienza cuando el vehículo no puede ser utilizado para su tarea, es decir falla. Luego de esto el operario reporta a su coordinador

operativo la falla que presenta el vehículo y este le presenta un reporte al gerente, siendo él la persona que ordena la ejecución del trabajo o tarea a realizar para el funcionamiento de la unidad móvil.

Mientras el mantenimiento preventivo, se realiza con algunos componentes basados en el registro del kilometraje, el cual indica que se debe realizar el cambio a determinados componentes. Por otro lado cuando el operario identifica alguna anomalía del equipo, como sonidos, olores, movimientos extraños. Este hace un reporte escrito o verbal al coordinador operativo para que a su vez le entregue la novedad al gerente y sea clasificada la falla y de igual manera la necesidad y tiempo de corregirla.

**4.1.2 Sistemas de información.** La empresa contaba con archivos donde se guardaban todos los documentos de los equipos, con formatos de inspección diaria (los cuales no siempre eran realizados constantemente) de algunos componentes del vehículo, y registros de mantenimientos realizados al equipo anteriormente. Así como facturas con los costos de los respectivos componentes reemplazados en el mantenimiento. Lo que permitiría establecer un análisis económico de los recursos necesarios para efectuar el mantenimiento.

## **4.2 RESULTADOS Y ANALISIS DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS**

Luego de realizado el diagnostico de la administración se concluye:

- Los formatos de inspección de los vehículos no especifican componentes claves para el correcto funcionamiento del vehículo.
- El registro histórico junto con los formatos son almacenados en carpetas las cuales son archivadas y no se les hace un seguimiento.

- La empresa no cuenta con un plan de mantenimiento de los equipos claramente definido.
- La intención que existe de realizar un correcto ejercicio de la administración del mantenimiento se dificulta por el no uso de herramientas informáticas calificadas para realizar eficientemente este trabajo.

**4.2.1 Equipos.** Para el diagnóstico de los equipos se hizo una inspección con formatos técnicos para identificar las diferentes características, especificaciones y estado de los vehículos. Para esto primero se debe realizar una codificación de los equipos y hacer un inventario de los mismos.

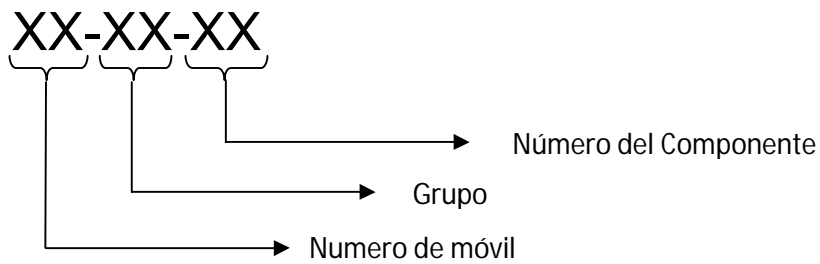
### **4.3 CODIFICACIÓN**

La codificación permite organizar y mejorar la administración del mantenimiento ya que aumenta el orden de la información de los equipos.

La empresa Grupo Emerger no cuenta con un sistema de codificación de los componentes de los equipos, de modo que su sistema de información no está organizado por lo tanto el modelo de mantenimiento no es el óptimo.

De esta manera se realizó la codificación de los equipos utilizando un sistema alfanumérico de 6 caracteres, donde se identifica al vehículo con el primer carácter numérico que hace referencia al número del móvil asignado previamente por la empresa. El segundo carácter se refiere a las dos primeras letras del grupo de inspección definido a continuación; por ejemplo Interior (IN), medidores e indicadores (ME), frenos (FR). Finalmente los últimos dos caracteres hacen referencia al número del componente correspondiente al asignado en la lista de inspección.

**Figura 7. Codificación**



**Ejemplo**

- 01-FR-73, el cual hace referencia al móvil 01, grupo frenos(FR) y al componente pastillas (73).
- 04-ME-30 hace referencia al móvil 04, grupo de Medidores e Indicadores (ME) y al componente Aceite del motor (30).

Para referirnos a cada vehículo en general, será codificado como MV01, MV02, MV03, MV04 y MV05. Correspondiente a la palabra Movil 0,1 Móvil 02 etc.

**Tabla 2. Formato de revisión pre operacional**

		<b>FORMATO DE REVISION PRE-OPERACIONAL</b>										CODIGO		GE-MTO-02			
												VERSION		1			
												PAGINA		1 DE 1			
Fecha		Km inicial			km Final					540 inicial		540 final			SOAT		
Hora		Cód. Reviso			Cód. Aprobó					Placa		Modelo			R. Tecnicomecánica		
N°	Interior	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Medidores e indicadores	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Equipo carreteras	Bueno	Reg	Malo	N/A
1	Luz de tablero					30	Aceite motor					76	Señales de carretera				
2	Luz de Techo					31	Hidráulico					77	Tacos				
3	Cinturón de seguridad					32	Líquido de frenos					78	Herramienta				
4	Cinturones traseros					33	Refrigerante					79	Gato				
5	Luz fluorescente					34	valvulina					80	Extintor				
6	Parasoles					35	Agua plumillas					81	Cruceta				
7	Espejo retrovisor					36	Filtro aceites					82	Botiquín				
8	Manijas de puertas					37	Filtro combustible						Total				
9	Tapicería					38	Filtro Aire					N°	Otros	Bueno	Reg	Malo	N/A
10	Aire acondicionado					39	Varillas medidoras					83	Mangueras				
11	Guantera					40	Mangueras					84	Baterías				
12	Otros accesorios						Total					85	Tanque combustible				
	Total											86	Tapas				
N°	Mandos	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Fluidos y componentes	Bueno	Reg	Malo	N/A	87	Copas ruedas				
13	Volante					41	Nivel-Líquido de frenos					88	Baterías				
14	Pedales					42	Luces señal giro					89	Suspensión				
15	Freno de seguridad					43	Luces estacionarias						Total				
16	Palanca de cambios					44	Indicador combustible					N°	Exteriores	Bueno	Reg	Malo	N/A
17	Control de luces					45	Indicador temperatura					54	Panorámico				
18	Luces emergencia					46	Indicador temperatura aceite					55	Bomper delantero				
19	Control perifoneo					47	Indicador temperatura motor					56	Bomper trasero				
20	Aire acondicionado					48	Indicador airbag					57	Guarda fangos				
21	Llave de encendido					49	Indicador kilometraje					58	Vidrios Fijos				
22	Pito					50	odómetro					59	Chapas				
23	CD player					51	Tacómetro					60	Placa				
24	Alarma					52	Velocímetro					61	Pintura				
	Total					53	Indicador puertos					62	Stops				
N°	Llantas	Bueno	Reg	Malo	N/A		Total					63	Unidades delanteras				

**Tabla 2. Continuación**

		<b>FORMATO DE REVISION PRE-OPERACIONAL</b>										CODIGO		GE-MTO-02	
												VERSION		1	
												PAGINA		1 DE 1	
Fecha		Km inicial			km Final				540 inicial		540 final			SOAT	
25	Delantera derecha				N°	Frenos	Bueno	Reg	Malo	N/A	64	Exploradoras			
26	Delantera izquierda				73	Pastillas					65	Luces blancas			
27	Trasera derecha				74	Bandas					66	Luces intermitentes			
28	Trasera izquierda				75	Guaya frenos seguridad					67	Baliza principal			
29	Repuesto					Total					68	Baliza pequeña			
	Total										69	Baliza de trafico			
<b>OBSERVACIONES</b>											70	Exploradora trasera			
											71	Emblemas			
											72	Antena			
												Total			

**Tabla 3. Grupos de revisión**

GRUPOS DE REVISIÓN	
IN	Interior
MA	Mandos
LL	Llantas
ME	Medidores e indicadores
FL	Fluidos y componentes
FR	Frenos
EQ	Equipo de carreteras
EX	Exteriores
MT	Programa de mantenimiento
OT	Otros

#### 4.4 INVENTARIO

El objetivo del inventario es identificar claramente los equipos involucrados en la administración del mantenimiento.

**Inventario de los equipos.** Para realizar este inventario se diseñaron las siguientes tablas y de este modo organizar la inspección.

**Tabla 4. Inventario de vehículos**

GRUPO EMERGER SERVICIOS ESPECIALIZADOS EN SALUD IPS S.A.S.		INVENTARIO DE VEHICULOS		CODIGO	GE-MTO-03
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
Nro.	Código	Marca	modelo	Placa	
1	MV 01	Mitsubishi L 300	2007	BYM218	
2	MV02	NISSAN	2007	CPV017	
3	MV03	Renault Trafic	2014	HCK551	
4	MV04	Jac Jimbey	2012	MFS240	
5	MV05	Renault Trafic	2014	HBW791	

**Tabla 5. Hoja de Vida Ambulancias MV01**






		HOJA DE VIDA AMBULANCIAS		CODIGO	GE-MTO-04
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
marca	MITSUBISHI	línea	L 300	modelo	2007
placa	BYM218	numero de chasis	JMYJNP13V7A000231	color	BLANCO SOLIDO
código vehículo MV01 		<b>MOTOR</b>			
		Especificaciones			
		NUMERO DE MOTOR		4G63MJ4022	
		TIPO DE COMBUSTIBLE		Gasolina	
		ALIMENTACION		inyección de combustible "ECI MULTI"	
		CILINDRADA		1997cm3	
<b>TRANSMISION</b>		NUMERO DE CILINDROS		4	
		NUMERO DE VALVULAS		16	
MECANICA 5 velocidades		POTENCIA MAXIMAHP @RPM		114@6.000	
		TORQUE KgF @RPM		16.5@4.000	
<b>INSTRUMENTOS DE CONTROL</b>		Ubicación		longitudinal delantero	
Indicadores digitales		correa de distribución		si	
tacómetro					
<b>SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA</b>		<b>CAPACIDADES</b>		<b>EQUIPAMIENTOS EXTERIORES</b>	
frenos delanteros discos ventilados 14"		CAPACIDAD DE CARGA	1165Kg	Rines de lamina 14 pulg	
frenos traseros tambor con zapatas		TANQUE DE COMBUSTIBLE	55 L	luces direccionales laterales	
cinturón de seguridad para los 3 pasajeros		VOLUMEN DE CARGA	-	doble puerta lateral corrediza	
		N° PASAJEROS	3		
<b>DIMENSIONES</b>				<b>EQUIPAMIENTO INTERIOR</b>	
Largo	4810	Alto	1970	radio cd	
Ancho	1690	Distancia entre ejes	2435		

Tabla 6. Hoja de Vida Ambulancias MV02

		HOJA DE VIDA AMBULANCIAS		CODIGO	GE-MTO-04
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
marca	NISSAN	línea	URVAN	modelo	2007
placa	CPV017	numero de chasis	JN1PG4E2520705115	color	BLANCO
código vehículo MV02 		<b>MOTOR</b>			
		Especificaciones			
		NUMERO DE MOTOR		diesel	
		TIPO DE COMBUSTIBLE		Inyección directa	
		LIMENTACION		2953cm3	
		CILINDRADA		4	
		NUMERO DE CILINDROS		16	
		NUMERO DE VALVULAS		105@3800	
		POTENCIA MAXIMAHP @RPM		21,3 A 2000(kg-m/rpm)	
		TORQUE KgF @RPM		Longitudinal	
		Ubicación		si	
		correa de distribución		-	
<b>TRANSMISION</b>					
MECANICA 3 velocidades					
<b>INSTRUMENTOS DE CONTROL</b>					
Indicadores digitales					
tacómetro					
<b>SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA</b>		<b>CAPACIDADES</b>		<b>EQUIPAMIENTOS EXTERIORES</b>	
frenos delanteros discos ventilados 14"		CAPACIDAD DE CARGA	1220g	Rines de lamina 15 pulg	
frenos traseros tambor con zapatas		TANQUE DE COMBUSTIBLE	17 L	luces direccionales laterales	
cinturón de seguridad para los 3 pasajeros		VOLUMEN DE CARGA	-	doble puerta lateral corrediza	
		N° PASAJEROS	3		
<b>DIMENSIONES</b>				<b>EQUIPAMIENTO INTERIOR</b>	
Largo	4990	Alto	1990	radio cd	
Ancho	1690	Distancia entre ejes	2715	varios electrónicos	

Los vehículos cuentan con las herramientas básicas, como lo muestra la siguiente tabla.

**Tabla 7. Inventario de herramientas de los vehículos**

		<b>INVENTARIO HERRAMIENTAS BASICAS DEL VEHICULO</b>	<b>CODIGO</b> GE-MTO-05  <b>VERSION</b> 1  <b>PAGINA</b> 1 DE 1
ELEMENTO	CANTIDAD		
Chaleco reflectivo	1		
Rueda de repuesto	1		
Llave de pernos o cruceta	1		
Tijera corta todo	1		
Gato	1		
Equipo de sustitución de ruedas	1		
Señales reflectoras	2		
Tacos para bloqueo de llantas	1		
Martillo	1		
Juego de cables para iniciación eléctrica	1		
Linterna con pilas	1		
Destornilladores de pala	1 juego		
Destornilladores de estrella	1 juego		
Alicate de punta y normal	1 – 1		
Llave pico de loro	1		
Pate cabra	1		
Llaves de boca fija	1 juego		
Cuerda de 20m con ganchos	1		
Llaves brístol	1 juego		
Guantes	1 par		
Conos de señalización	2		
Extensión eléctrica con bombillo	1		
Extintores	2		
Extensión eléctrica monofásica 30m	1		
Galón de agua	1		

**Inspección de los equipos.** Se realizó un formato en el cual se deja evidencia del estado actual de los vehículos.


Para poder evaluar las partes de los equipos se pondero la funcionabilidad de estos de la siguiente manera:

Malo : El componente debe ser reparado o cambiado

Regular : El componente requiere ajustes

Bueno : El componente no requiere de reparación

**Tabla 8. Estado actual de los vehículos**

		ESTADO ACTUAL DE LOS VEHICULOS		CODIGO	GE-MTO-06
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
Codigo	Marca	Partes a punto	Bueno	Regular	Malo
V01	Mitsubishi L 300	70%	83%	15%	2%
MV02	Nissan Urvan	78%	87%	12%	1%
MV03	Renault Trafic	80%	80%	19%	1%
MV04	Jac Jimbey	75%	78%	21%	1%
MV05	Renault Trafic	94%	92%	7%	1%
<b>PROMEDIO</b>			84%	14,8%	1,2%

La inspección realizada a los equipos además nos permitió conocer las características básicas, clase, descripción, fabricante, capacidad parámetros de operación etc, de los vehículos. Datos que debemos conocer afondo y son necesarios para realizar un correcto plan de mantenimiento

#### 4.5 ANALISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos

en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual de la empresa.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y equipos, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento.

La empresa Grupo Emerger cuenta con cierto número de vehículos a los cuales es necesario efectuarles un mantenimiento, para que estos desempeñen su trabajo de manera satisfactoria.

El mantenimiento no se puede ejecutar de la misma manera para todos los equipos por tal motivo se debe jerarquizar, para enfocar los trabajos de mantenimiento según su importancia.

El análisis de criticidad genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico, diferenciando tres zonas de clasificación: crítico, mediana criticidad y no crítico. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de equipos que formen parte de la zona de equipos críticos. La lista generada, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

#### **4.6 MODELO DE CRITICIDAD DE FACTORES PONDERADOS BASADOS 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.

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

##### ***Ecuación 6. Criticidad total***

***Criticidad total= Frecuencia x Consecuencias de Fallas***

*donde*

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

##### ***Ecuación 6. Consecuencia***

***Consecuencias= [(impacto operacional x tiempo promedio para reparar) / 2 + (costo de mantenimiento + impacto ambiental+ impacto seguridad ambiente e higiene)].***

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

**4.6.1 Frecuencia de fallas.** Es el número de veces que falla un equipo en un determinado tiempo, en este caso será para un año, puntuando del 1 al 5.

**Tabla 9. Frecuencia de falla**

Una o menos por año	1
2 fallas por año	2
3 fallas por año	3
4 fallas por año	4
Más de 4 fallas por año	5

**4.6.2 Impacto operacional.** Representa el porcentaje de producción o servicio afectado, por la generación de una falla en el equipo

**Tabla 10. Frecuencia Operacional**

0% de impacto	1
25% de impacto	2
50% de impacto	3
75% de impacto	4
100% de impacto	5

**4.6.3 Tiempo promedio para reparar.** Es el tiempo promedio que se invierte para dejar en funcionamiento nuevamente un equipo después de presentar una falla.

**Tabla 11. Tiempo promedio para reparar**

Menos de 2 hora	1
Entre 2 y 4 horas	2
Entre 4 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5

**4.6.4 Costos de reparación.** Pondera según el costo económico promedio, que representa la reparación de un equipo.

**Tabla 12. Costos de Reparación**

Menos de 100 mil	5
Entre 100 y 300 mil	10
Entre 300 y 500 mil	15
Más de 500 mil	20

**4.6.5 Impacto ambiental.** Se pondera dependiendo de las consecuencias ambientales que pueda ocasionar el equipo cuando presenta una falla.

**Tabla 13. Impacto Ambiental**

No genera ningún impacto ambiental	5
Impacto bajo	10
Impacto medio	15
Impacto alto	20

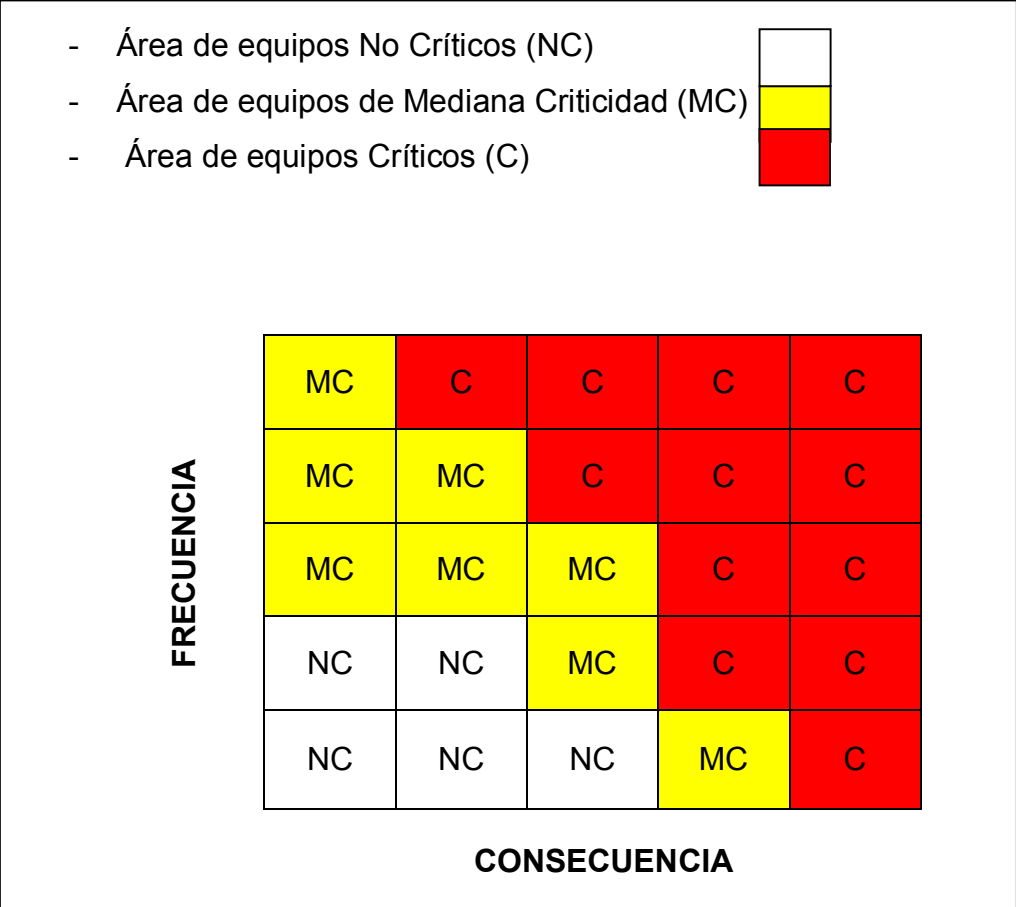
**4.6.6 Impacto en salud y seguridad personal.** Evalúa el equipo según las consecuencias que puede ocasionar en la salud y seguridad sobre una persona al presentarse una falla.

**Tabla 14. Impacto en Salud y Seguridad Ambiental**

No genera heridas ni lesiones	5
Puede ocasionar leves lesiones no incapacitantes	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad de 1 a 30 días	15
Puede ocasionar lesiones con incapacidad de más de 30 días	20

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los equipos en tres áreas (ver la Figura 8):

**Figura 8. Tabla de criticidad**

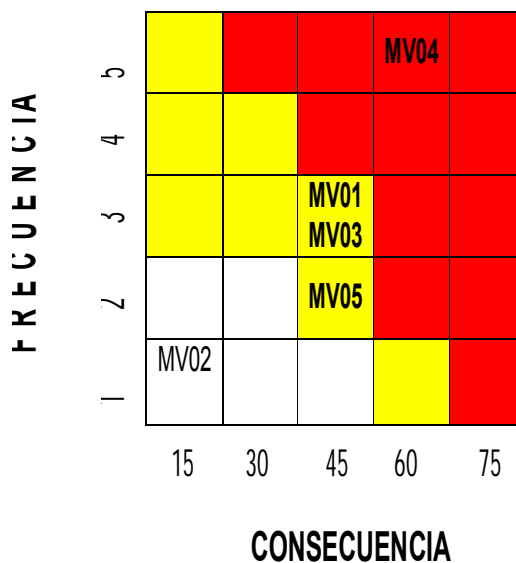


## 4.7 RESULTADOS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD

Tabla 15. Resultados del análisis de criticidad de los equipos


		RESULTADOS ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS VEHICULOS							
CODIGO	TIPO	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO DE REPARACION	COSTO DE REPARACION	IMPACTO AMBIENTAL	I.SALUD Y SEG. PERSONAL	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
MV01	Mitsubishi L 300	3	4	3	15	10	10	37	111
MV02	Nissan	0	0	0	0	0	0	0	0
MV03	Renault Trafic	3	4	5	20	5	10	37	111
MV04	Jac Jimbey	5	5	5	20	15	10	47,5	237,5
MV05	Renault Trafic	2	4	4	20	5	10	37	74

Figura 9. Resultados del análisis de criticidad



## 5 CONCLUSION DEL ANALISIS DE CRITICIDAD

Tabla 16. resultados de criticidad de los vehículos (FF: Frecuencia de fallas, IO: Impacto operacional, TR: tiempo de reparación, CR: Costo de reparación, Impacto ambiental, ISSP: Impacto en salud y seguridad personal

				RESULTADOS ANÁLISIS DE CRITICIDAD VEHÍCULOS				
CODIGO	FF	IO	TR	CR	IA	ISSP	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
MV02	0	0	0	0	0	0	0	0
MV05	2	4	4	20	5	10	37	74
MV01	3	4	3	15	10	10	37	111
MV03	3	4	5	20	5	10	37	111
MV04	5	5	5	20	15	10	47,5	237,5

Luego de la realización del análisis de criticidad se concluye lo siguiente:

- Se evidencia que la mayoría de los equipos se encuentran en la zona medianamente crítica, donde podemos observar a los vehículos de códigos MV01, MV03 y MV05.
- Los equipos ubicados en la zona crítica se les debe hacer un buen seguimiento, debido a que son los que presentan mayores fallas. Entre estos encontramos al vehículo identificado con el código MV04, con un alto valor de criticidad.

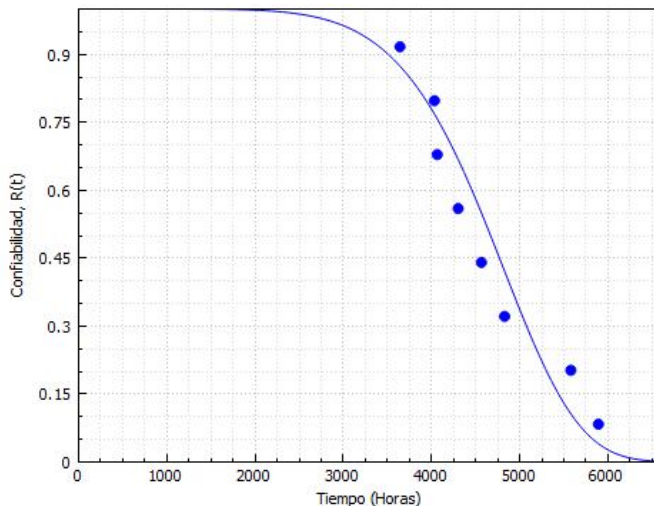
En general se le debe aplicar un mantenimiento preventivo a todos los vehículos ya que todos se encuentran en zonas críticas y medianamente críticas

## 6. ANALISIS WEIBULL

Se realizó el análisis Weibull a través del software WEIBULLEIM para calcular la confiabilidad y tiempo medio entre fallas de los diferentes sistemas que componen el vehículo y de esta manera dar un mayor soporte a la elaboración del plan de mantenimiento. Para esto fue necesaria la recopilación de datos históricos del kilometraje recorrido por el vehículo al momento de presentar la falla. Entre estos tenemos:

**Bandas.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de Bandas es de 4613 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 3000 km.

Figura 10. Bandas Confiabilidad vs Tiempo



Fuente. Software Weibulleim

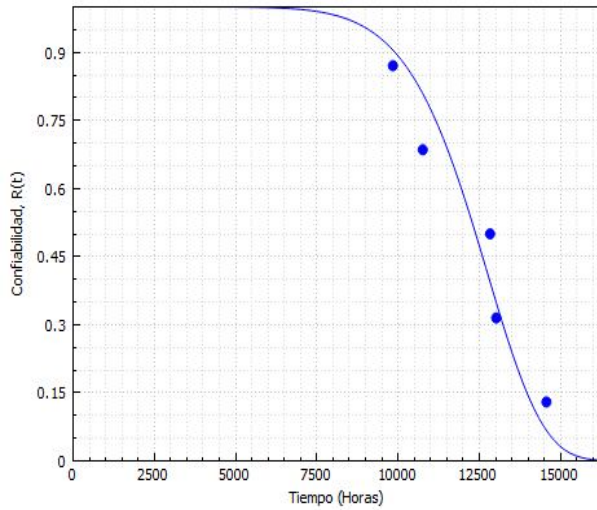
Figura 11. Bandas MTBF



Fuente. Software Weibulleim

**Batería.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de Bandas es de 12000 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 10000 km.

**Figura 12. Batería Bandas  
Confiabilidad vs Tiempo**



Fuente. Software WeibullEIM

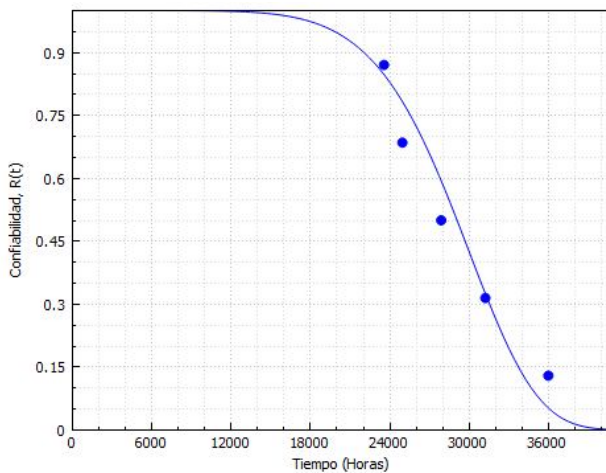
**Figura 13. Batería MTBF**



Fuente. Software WeibullEIM

**Disco de frenos.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de Bandas es de 28000 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 20000 km.

**Figura 14. Disco de frenos Batería Bandas  
Confiabilidad vs Tiempo**



Fuente. Software WeibullEIM

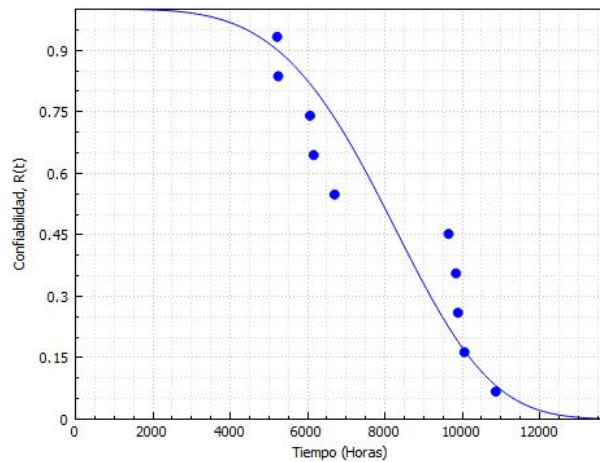
**Figura 15. Disco de frenos Batería  
Bandas MTBF**



Fuente. Software WeibullEIM

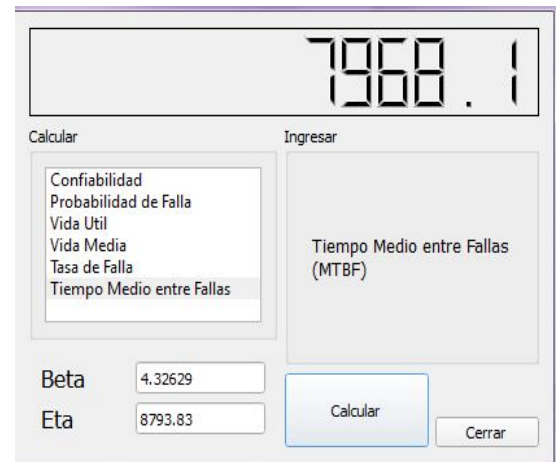
**Filtro de aceite.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de Bandas es de 7968 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 5000 km.

**Figura 16. Filtro de aceite  
Confiabilidad vs Tiempo**



Fuente. Software WeibullEIM

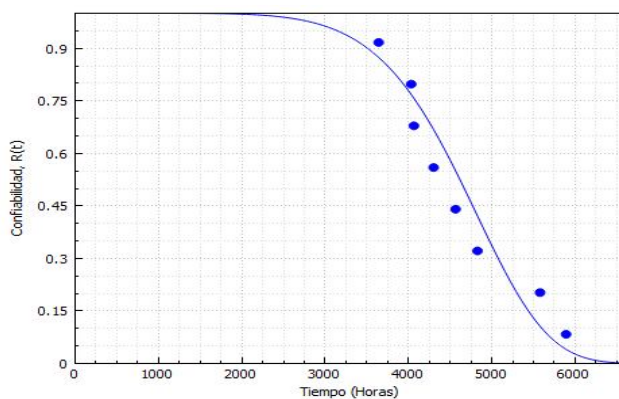
**Figura 17. Filtro de aceite MTBF**



Fuente. Software WeibullEIM

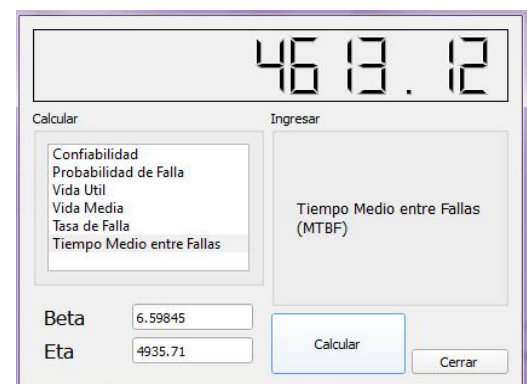
**Cambio de pastillas de frenos.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de pastillas de frenos es de 4613,1 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 3000 km.

**Figura 18. Cambio de Pastillas de frenos  
Confiabilidad vs Tiempo**



Fuente. Software WeibullEIM

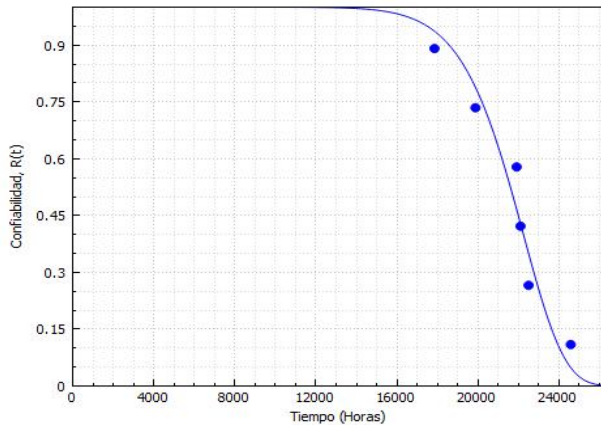
**Figura 19. Cambio de Pastillas de frenos  
MTBF**



Fuente. Software WeibullEIM

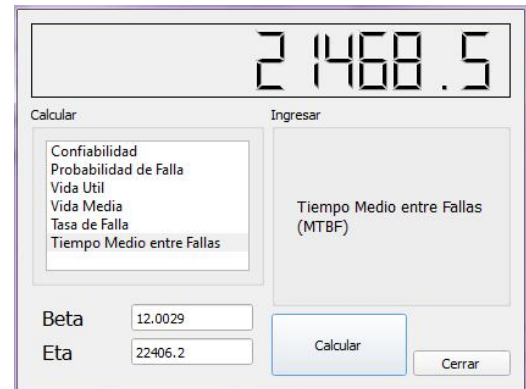
**Cambio de filtro del combustible.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de filtro del combustible es de 21468 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 20000 km.

**Figura 20. Cambio de filtro del combustible  
Confiabilidad vs Tiempo**



Fuente. Software WeibullEIM

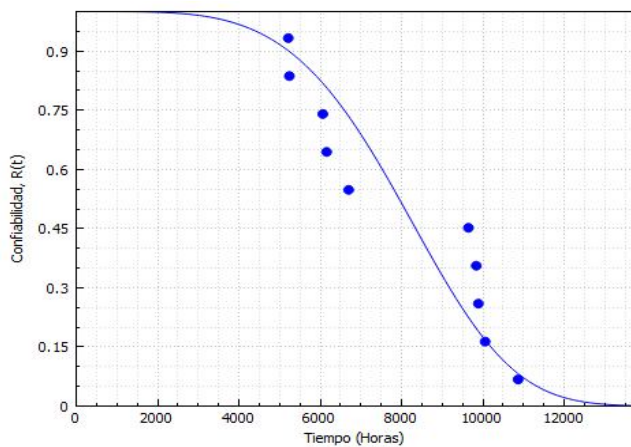
**Figura 21. Cambio de filtro del combustible MTBF**



Fuente. Software WeibullEIM

**Cambio de filtro del aire.** Según el análisis Weibull el tiempo medio entre fallas en el cambio de filtro del aire es de 7968 Km, por lo tanto se recomienda realizar el cambio cada 5000 km.f

**Figura 22. Cambio de filtro de aire  
Confiabilidad vs Tiempo**



Fuente. Software WeibullEIM

**Figura 23. Cambio de filtro de aire  
MTBF**



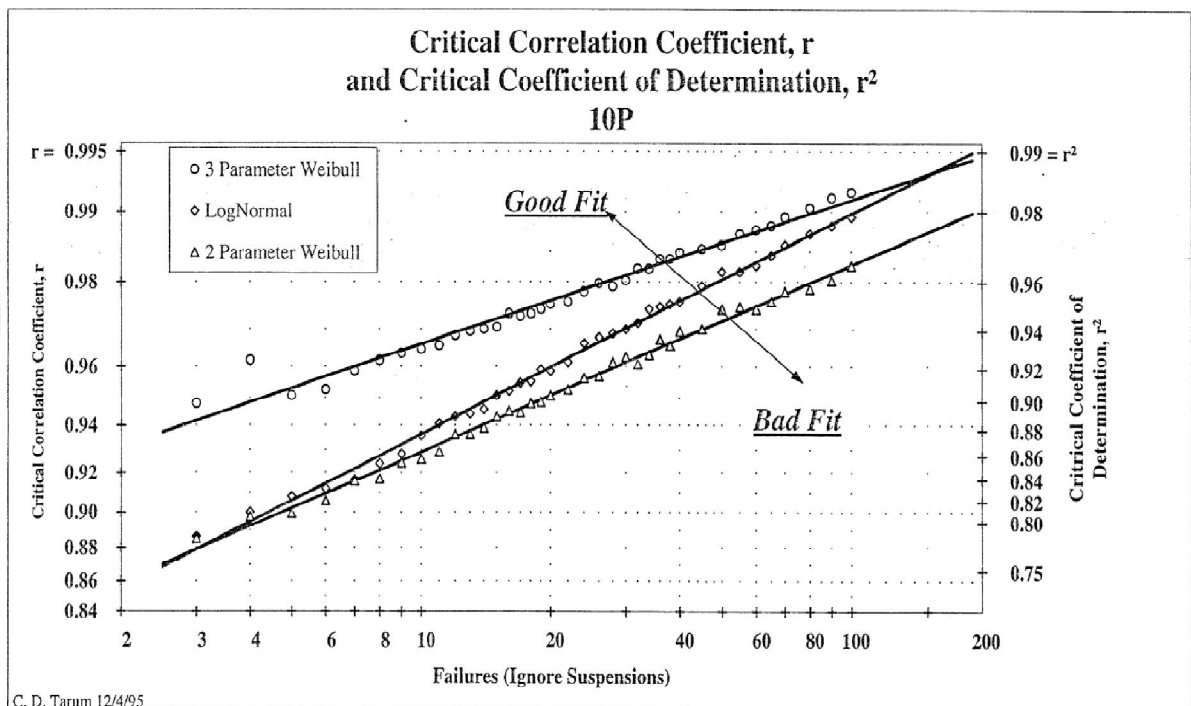
Fuente. Software WeibullEIM

**Coeficiente de Determinación.** Denominamos coeficiente de determinación  $r^2$  como el coeficiente que indica el porcentaje del ajuste que se ha conseguido con el modelo lineal, es decir el porcentaje de la variación de Y que se explica a través del modelo lineal que se ha estimado, es decir a través del comportamiento de X. A mayor porcentaje mejor es nuestro modelo para predecir el comportamiento de la variable Y También se puede entender este coeficiente de determinación como el porcentaje de varianza explicada por la recta de regresión y su valor siempre estará entre 0 y 1 y siempre es igual al cuadrado del coeficiente de correlación (r).

$$R^2 = r^2$$

Es una medida de la proximidad o de ajuste de la recta de regresión a la nube de puntos. También se le denomina bondad del ajuste.

**Figura 24. Coeficiente critico de correlacion**



Fuente. ABERNETHY, Robert B. The New Weibull Handbook. 4 ed. North Palm Beach Florida, USA: Robert B. Abernethy, Sept. 2000. p. 34

La Figura 24 proporciona coeficientes crítico de correlación (CCC) para Weibull de 2 y 3 parámetros y distribución log-normal. Tenga en cuenta que las tres distribuciones tienen diferentes coeficientes de correlación crítico para el mismo nivel de la bondad del ajuste. Por ejemplo, considere una muestra de 22 fallas con un coeficiente de correlación igual a 0,96. En la gráfica se observa que este sería un buen ajuste para Weibull dos parámetros, pero un mal ajuste para Weibull tres parámetros. En la gráfica log normal sería un ajuste marginal.

**Tabla 17. Comparación de coeficiente de determinación**

<b>Bandas</b>	<b>Batería</b>
Numero de Fallas: 8	Numero de Fallas: 5
<p>Resultados</p> <p>Beta <input type="text" value="6.93811"/></p> <p>Eta(Horas) <input type="text" value="4907.78"/></p> <p>Rho <input type="text" value="0.905179"/></p>	<p>Resultados</p> <p>Beta <input type="text" value="6.72329"/></p> <p>Eta(Horas) <input type="text" value="13001.3"/></p> <p>Rho <input type="text" value="0.956056"/></p>
<b>Disco de Frenos</b>	<b>Filtro de Aceite</b>
Numero de Fallas: 5	Numero de Fallas: 10
<p>Resultados</p> <p>Beta <input type="text" value="6.303"/></p> <p>Eta(Horas) <input type="text" value="30691"/></p> <p>Rho <input type="text" value="0.925415"/></p>	<p>Resultados</p> <p>Beta <input type="text" value="4.06791"/></p> <p>Eta(Horas) <input type="text" value="8719.28"/></p> <p>Rho <input type="text" value="0.856951"/></p>

**Tabla 17. Continuación**

<b>Filtro de Aire</b>	<b>Filtro de Combustible</b>
Numero de Fallas: 10	Numero de Fallas: 6
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p><b>Resultados</b></p> <p>Beta <input style="width: 150px;" type="text" value="4.06791"/></p> <p>Eta(Horas) <input style="width: 150px;" type="text" value="8719.28"/></p> <p>Rho <input style="width: 150px;" type="text" value="0.856951"/></p> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p><b>Resultados</b></p> <p>Beta <input style="width: 150px;" type="text" value="9.73392"/></p> <p>Eta(Horas) <input style="width: 150px;" type="text" value="22487.9"/></p> <p>Rho <input style="width: 150px;" type="text" value="0.963569"/></p> </div>
<b>Pastillas de Frenos</b>	
Numero de Fallas: 8	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p><b>Resultados</b></p> <p>Beta <input style="width: 150px;" type="text" value="6.93811"/></p> <p>Eta(Horas) <input style="width: 150px;" type="text" value="4907.78"/></p> <p>Rho <input style="width: 150px;" type="text" value="0.905179"/></p> </div>	

Fuente. Autores 2015

## 7. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHICULOS TIPO AMBULANCIA DE LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS

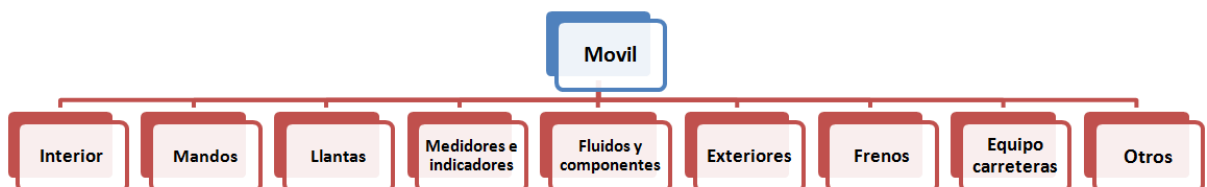
En este capítulo se explica el contenido del plan de mantenimiento preventivo que se desarrolló para los vehículos de la empresa Grupo Emerger, teniendo en cuenta el análisis de criticidad realizado en el capítulo anterior con el fin de determinar el estado de los equipos.

La realización de este plan de mantenimiento preventivo fue exhaustiva, a pesar de que solo eran 5 vehículos, con el apoyo del historial de datos que tenía la empresa de las actividades de mantenimiento y fallas que han presentado los respectivos equipos, se desarrolló un plan de mantenimiento para cada vehículo de acuerdo a su necesidad. Además, se diseñó una nueva lista de chequeo diario de los vehículos, para dar reporte del estado en el que se encuentra antes de entrar en operación y detectar posibles fallas que puedan afectar el servicio.

### 7.1 DESCOMPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS EN PARTES FUNCIONALES

Una vez realizado el inventario de equipos y el análisis de criticidad, procedemos a realizar la descomposición en partes funcionales de los equipos, la cual se hizo por medio de inspección directa, esto se hace buscando una mejor organización y control de las actividades a definir.

**Figura 25. Partes funcionales**




Fuente. Autores 2015


## 7.2 DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS Y SUS RESPECTIVAS FRECUENCIAS

Para definir las actividades y sus frecuencias acudimos al historial de registro que tenía la empresa de las actividades realizadas a los equipos, manuales de los fabricantes, experiencia de los técnicos y operarios, ya que ellos son quienes están en contacto con los equipos la mayor parte del tiempo.

**Tabla 18. Programa de mantenimiento para MV03 y MV05**

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV03 Y MV05	CODIGO GE-MTO-07 VERSION 1 PAGINA 1 DE 1
<b>CADA 3000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	
3	PASTILLAS DE FRENOS	REVISAR	
4	BANDAS TRASERAS	REVISAR	
5	CAMPANAS	REVISAR	
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	
7	BATERIAS	REVISAR	
<b>CADA 5000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	
3	LIQUIDO HIDRAULICO	CAMBIAR	
4	SUSPENSION	REVISAR AJUSTES	
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	
6	CABLEADO	REVISAR	
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	
<b>CADA 7000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	ACEITE	CAMBIAR	
2	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	
3	FILTRO DE AIRE	CAMBIAR	
<b>CADA 20000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	
2	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	CAMBIAR	
3	VALVULINA	CAMBIAR	
4	RODAMIENTOS	REVISAR AJUSTES	

Continuación Tabla 18.

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV03 Y MV05</b>	<b>CODIGO</b> GE-MTO-07 <b>VERSION</b> 1 <b>PAGINA</b> 1 DE 1
<b>CADA 30000 KILOMETROS</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	
<b>CADA 50000 KILOMETROS</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	
<b>SEGÚN SEA NECESARIO</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	ALINEACION Y BALANCEO	CAMBIAR	
2	DISCOS Y PASTILLAS DE FRENOS	CAMBIAR	
3	BANDAS DE FRENOS	CAMBIAR	
4	INYECTORES	CAMBIAR	

Fuente. Autores 2015

## 8. SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un sistema de información es un conjunto de elementos relacionados que permiten recolectar datos del entorno, almacenarlos, procesarlos y devolverlos a este en forma de paquetes de información.<sup>6</sup> Basándonos en esta definición caben como ejemplos de sistemas de información la comunicación entre el recurso humano dentro de una empresa, donde un supervisor percibe datos del entorno los procesa y comunica al gerente para que este tome una decisión, o un programa informático que permite el ingreso de datos para su almacenamiento, los procesa y presenta unos indicadores, este último ha cobrado gran importancia en las organizaciones ya que permite almacenar gran cantidad de datos y procesarlos rápidamente para presentarlos de manera resumida al instante, algunos de los cuales son usados de apoyo para tomar las decisiones que definen el rumbo de las políticas internas y externas de la organización como por ejemplo conocer cuáles son los productos menos vendidos y de acuerdo a esto decidir si salen del mercado.

Para obtener la organización la información encontrada en manuales catálogos proveedores, historial de mantenimientos, personal y equipos es necesario generar un sistema en conjunto entre el sistema de información manual y un sistema de información computarizado, de esta manera obtener una mayor eficiencia en la administración del mantenimiento.

### 8.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

**Recolección de datos.** Para la recolección de los datos son necesarios elementos que perciban estos datos necesarios provenientes del entorno de manera confiable y selectiva, ya que de esto depende la calidad de la información entregada por el sistema de información. La recolección de datos se puede realizar de forma manual por ejemplo cuando se diligencian formatos por parte del

---

<sup>6</sup> B. Langefor. Teoría de los sistemas de información. Buenos Aires: El ateneo, 1976.

personal, o automática por medio de diferentes sensores que permiten la adquisición de los datos requeridos.

**Almacenamiento.** Aquí se almacenan los datos recolectados para su posterior procesamiento, esta función debe suministrar niveles de seguridad que eviten la pérdida de datos, o la manipulación inapropiada de estos.

**Procesamiento.** Consiste en manipular los datos con procedimientos establecidos que los coloquen en un contexto para facilitar la interpretación de estos. En este punto los sistemas computacionales obtienen la ventaja gracias a su capacidad de procesar gran cantidad de datos en poco tiempo.

**Emisión de la información.** Consiste en transmitir la información generada a los usuarios o procesos que necesiten de esta. La emisión de la información debe ser de manera oportuna y completa, ya que si esta no llega al usuario final en el momento en que se necesita, entonces carecería de importancia dentro de la organización.

## **8.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Debido a las diferentes definiciones de sistemas de información, también existen múltiples clasificaciones, una de las cuales los clasifica según las diferentes áreas funcionales de la organización como lo es la financiera, producción, recurso humano, comercial y dentro de estas podemos ubicar los diferentes departamentos de una organización.

**Área financiera.** Sistemas para facturación, pagos, contabilidad, compras, etc.

**Producción.** Sistemas para control de calidad, desarrollo de productos, planeación de la producción y gestión del mantenimiento entre otros.

**Comercial.** Encontramos sistemas de gestión de ventas, marketing, análisis de mercados etc.

**Recursos humanos.** Se usan sistemas de gestión de la nómina, contratación, selección de personal

### **8.3 SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

La gestión del mantenimiento consiste en implementar, controlar y mejorar acciones encaminadas a garantizar que los activos físicos de la organización sigan cumpliendo adecuadamente la función para la cual fueron diseñados al menor costo posible. Algunas de las tareas básicas que se realizan en la gestión del mantenimiento son:

**8.3.1 Recibir solicitudes de mantenimiento.** Generalmente las pueden realizar cualquier departamento de la organización a través de correos electrónico, diligenciamiento de formatos físicos, verbalmente o cualquier otro medio que permita la comunicación entre los interesados, estas solicitudes deben ser aprobadas por los responsables del área de mantenimiento.

**8.3.2 Ordenes de trabajo.** Después de analizar si la solicitud de servicio aplica, se procede a generar la orden de trabajo, donde se asigna la tarea al personal de mantenimiento.

**8.3.3 Planear.** Básicamente consiste en hacer que todos los recursos necesarios estén disponibles al momento de realizar la tarea y así evitar disminuir al máximo el tiempo de necesario para llevar a cabo la actividad.

**Programación.** Se asigna una fecha para realizar la actividad después de analizar y tener solucionados diversos factores como son la prioridad, disponibilidad de

personal para hacer el trabajo y disponibilidad del equipo para ser intervenido entre otros. También se debe hacer el seguimiento para que la actividad se realice en el momento en que fue programada.

**Recolección y almacenamiento de la información.** Una vez se ha realizado el trabajo es necesario recopilar la información de este para mantener un registro de todas las actividades que se han realizado con sus correspondientes descripciones, repuestos utilizados y observaciones, en pocas palabras obtener la mayor cantidad de información para que esta pueda ser analizada.

**Análisis de la información.** Dependiendo de la información recopilada se pueden sacar conclusiones sobre costos del mantenimiento, análisis de causa raíz, efectividad, disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad, etc.

**Mejoramiento continuo.** Una herramienta importante en la cual se pueden basar para el mejoramiento continuo es el análisis de la información recopilada, aunque también hay otras fuentes no menos importantes como la experiencia de los operarios y de todo el personal en general de la organización.

Algunas de las tareas básicas que un CMMS (Computerized Maintenance Manager System) debe cumplir son:

- Administrar datos de los equipos.
- Administrar órdenes de trabajo.
- Programar actividades.
- Administrar información de proveedores y productos.
- Administrar el inventario.
- Administrar las compras.
- Manejar indicadores.

Estos son algunas de las tareas que deberían ayudar a realizar un CMMS, pero dependiendo de las necesidades de la organización se podrían agregar o quitar funciones al CMMS, esto con el fin de hacer más aplicable a la organización, ya que todas presentan distintas necesidades.

#### **8.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CMMS**

Un CMMS da lugar a la administración de los procedimientos de mantenimiento de una empresa u organización. Estos programas informáticos utilizan bases de datos accesibles por el personal de mantenimiento para que puedan efectuar sus labores eficientemente, además de ser utilizadas por los gerentes para decidir sobre la base de los datos registrados.

Los sistemas de información para la gestión del mantenimiento CMMS están provistos de una importante cantidad de datos, que deben estar apropiadamente distribuidos para garantizar su fácil extracción. Es necesario tener a disposición historiales de los equipos (máquina o instalación), en lo que tiene que ver con: datos técnicos, tiempo en horas, fechas de las últimas incidencias, recursos utilizados en la solución de los dificultades, revisiones, reparaciones, fallas, trabajadores, y trabajadores. También, posibilitan la proyección de las revisiones programadas, creando los listados pertinentes para que sean ejecutadas por los trabajadores o técnicos en los plazos que se disponen. Es común que un CMMS se componga de diversas módulos o fracciones interrelacionados, en las que se elabora y controla exhaustivamente los trabajos diarios en los departamentos de Mantenimiento.

En el mercado comúnmente se encuentran sistemas de información que proveen los siguientes servicios<sup>7</sup>:

---

<sup>7</sup> CARILLO, Pedro D. Gestión integral del mantenimiento mediante la aplicación de software de control. Universidad de Alcalá,. 2008.

**8.4.1 Órdenes de trabajo (OT's).** Actuación de mantenimiento que ha sido programada, asignada a un personal concreto, con unos costes asociados y con material reservado para su realización. Se podría completar con información adicional sobre causas y efectos de los problemas, tiempos de avería, mediciones o recomendaciones.

**Mantenimiento preventivo (MP).** Planificación y Seguimiento de trabajos preventivos, incluyendo instrucciones o listas de tareas, material requerido, etc. Habitualmente los CMMS realizan una planificación automática en base a tiempos fijos o mediciones, y “avisar” cuando la operación de mantenimiento es necesaria.

**Gestión de equipos.** Registro de información en torno al equipamiento e instalaciones, incluyendo datos como especificaciones, garantía, proveedores, contratistas, fechas de compra, tiempo de vida esperado, registro de incidencias, averías, etc.

**Control del inventario.** Gestión de los repuestos, herramientas y otros materiales almacenados, permitiendo la reserva de material para trabajos concretos y aportando datos de la ubicación concreta en los almacenes.

Un sistema para la gestión del mantenimiento permite al profesional encargado de programar y planificar las tareas, ejecutar un rastreo del trabajo de manera ordenada. Por tal motivo es importante atender los siguientes aspectos.

- Los costos del mantenimiento deben ser los más bajos posibles.
- Los trabajos de mantenimiento deben ser optimizados
- Los equipos con mayor índice de criticidad deben estar siempre disponibles
- Los equipos menos críticos deben tener costos de mantenimiento lo más bajos posibles.

- Los operarios no calificados en las labores de mantenimiento deben saber hacer el mantenimiento básico de los equipos.
- El proveedor del software de mantenimiento debe tener la obligación de entrenar y supervisar que los objetivos se cumplan.

A continuación se presentan una imagen que esquematiza el ciclo del mantenimiento.

**Figura 26. Ciclo del mantenimiento**



Fuente. Autores 2015

## **8.5 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL CMMS**

La definición formal de gestión, está determinada por el conjunto de acciones que se deben realizar para resolver un asunto o llevar a cabo un proyecto. Es también la administración de una organización, una empresa, negocio, o dependencia de una empresa.

En la actualidad existen numerosas herramientas y técnicas para la gestión del mantenimiento, por lo que es necesario plantear y definir las necesidades que tiene la empresa de acuerdo al servicio que se quiere prestar, y en base a estos requerimientos desarrollar planes de mantenimiento, a los cuales se les tiene que hacer seguimiento y control a fin de evaluar los diferentes indicadores de gestión del mantenimiento

## **8.6 CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

Las aplicaciones informáticas, son cada una de las aplicaciones que contribuyen al desarrollo y soporte de la gestión empresarial, sistemas de información como ERP, CRM, etc.

Aunque no es el principal interés de este libro estudiar en detalle cada una de las principales aplicaciones para la gestión empresarial existentes en la actualidad, si es importante la presentación de los conceptos básicos de las tecnologías de la información, necesarios para la implementación del sistema de información.

**8.6.1 Sistemas operativos.** Un sistema operativo es el software más relevante que se acciona en ordenador. Éste tiene como misión actuar de interfaz entre el usuario o usuarios, y el hardware de un sistema informático, ofreciendo un entorno más amigable para el trabajo.

Un sistema informático está constituido básicamente por cuatro componentes:

- El hardware, que son los equipos, dispositivos y periféricos utilizados como infraestructura para procesar y almacenar la información.
- El sistema operativo.
- Los programas de aplicación (gestores de base de datos, hojas de cálculo, sistemas de información, etc.).

- Los usuarios, que pueden ser personas u otros ordenadores. Por lo tanto el sistema operativo, actúa como administrador de los recursos disponibles del sistema, (memoria, espacios de almacenamiento, tiempos de CPU...), los archivos y tareas.

Hoy en día los sistemas operativos cuentan con capacidad multitarea, multiprogramación y multiprocesamiento, lo cual permite la ejecución de diferentes programas al mismo tiempo, al mismo tiempo que admite a más de un usuario hacer uso de la misma computadora en diferentes terminales.

**8.6.2 Bases de datos.** Las bases de datos han existido desde que el hombre empezó a conservar registro de los datos que usaba en sus transacciones. En este aspecto una base de datos es una entidad que permite almacenar sistemáticamente gran cantidad de datos pertenecientes a un mismo contexto para su posterior uso.

En la actualidad y gracias a los avances tecnológicos, la mayoría de estas bases de datos, se encuentran en formato digital, debido a que éste ofrece un rango mayor de soluciones al problema de almacenamiento.

Existen varios modelos de base de datos o formas de almacenar la información en una base de datos; está el modelo jerárquico, el modelo de red y el modelo relacional. Este último tiene las ventajas del modelo en red sin las limitantes que éste maneja; a su vez, es más fácil de conceptualizar y mantener que las anteriores. Únicamente se necesita conocer con precisión los campos u objetos que vamos a utilizar, esto hace que sea la más usada en la actualidad.

Para poder contar con todas estas ventajas se precisa de una herramienta que permita el acceso y manejo fácil de la información allí almacenada, así como también de los usuarios que acceden a ella. Debido a esta necesidad, surgen los

Sistemas de Gestión de Bases de Datos o DBMS por sus siglas en inglés. Estos sistemas de administración son los que permiten utilizar todas las ventajas que una base de datos puede brindar.

Los sistemas de gestión pueden dividirse en tres subsistemas:

- El sistema de administración de archivos: para almacenar información en un medio físico.
- El sistema de gestión interno: para ubicar la información en orden.
- El sistema de gestión externo: representa la interfaz del usuario.

## **8.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

Para que una computadora pueda ejecutar una orden solicitada, ésta debe hacerse mediante señales eléctricas en dos estados, conexión/ desconexión, ya que éste es el único lenguaje que el hardware es capaz de reconocer.

Estos lenguajes de programación están ampliamente difundidos hoy en día, de manera que se cuenta con miles de ellos. En la actualidad se cuentan con programas de cuarta generación o 4GL bien desarrollados que facilitan el desarrollo de programas al estar conectados a los DBMS y poseer rutinas preprogramadas, por lo que su escritura se hace más fácil, aunque requieren una gran cantidad de memoria en la computadora, debido al gran tamaño de sus lenguajes.

**8.7.1 Lenguaje PHP.** Es un lenguaje de programación utilizado para la creación de sitio web. PHP es un acrónimo recursivo que significa “PHP Hypertext Pre-processor”, (inicialmente se llamó Personal Home Page). Surgió en 1995, desarrollado por PHP Group.

PHP es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor utilizado para la generación de páginas web dinámicas, embebidas en páginas HTML y ejecutadas en el servidor. PHP no necesita ser compilado para ejecutarse. Para su funcionamiento necesita tener instalado Apache o IIS con las librerías de PHP. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas. Los archivos cuentan con la extensión (php).

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.

Algunas de sus ventajas son:

- Muy fácil de aprender.
- Se caracteriza por ser un lenguaje muy rápido.
- Soporta en cierta medida la orientación a objeto. Clases y herencia.
- Es un lenguaje multiplataforma: Linux, Windows, entre otros.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos: MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, entre otras.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos.

**Figura 27. Logo php**



Fuente. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PHP-logo.svg>

## 9. SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA GRUPO EMERGER IPS SAS

Entre los objetivos planteados en el presente proyecto se estableció la implementación de un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, el cual se utilizó el lenguaje PHP, cuyo acceso se logra a través del link <http://new.rocketmp.com/>.

Este puede ser accedido desde cualquier dispositivo que cuente con conexión a internet. Fue estructurado teniendo como finalidad principal generar las rutinas de mantenimiento y realizar el seguimiento sobre el funcionamiento de los equipos presentes.

Los usuarios creados para el manejo de la plataforma, tienen acceso a determinados módulos y tareas según su responsabilidad.

### 9.1 MÓDULOS DE LA PLATAFORMA

En las siguientes figuras se hace un instructivo de cómo crear las principales actividades:

***Equipos.*** Da la opción de encontrar todos los equipos con que se cuenta en la empresa y además la descripción de cada uno de los mantenimientos que el vehículo así lo requiera, el tipo de mantenimiento, fechas de creación de la orden de trabajo y el estado en que se encuentra esta.

Figura 28. Modulo de equipos

Id	Descripción	Equipo	Tipo	Ejecución		Ejecutar
9	Baterías	MV01	Programa de Mantenimiento	16/04/2015	233663Km	Aplicar
6	Bandas Traseras	MV01	Programa de Mantenimiento	23/01/2015	230651Km	Aplicar
12	Líquido Multigrado	MV01	Programa de Mantenimiento	18/12/2014	228989Km	Aplicar
13	Suspensión	MV01	Programa de Mantenimiento	01/12/2014	226578Km	Aplicar
17	Aceite	MV01	Programa de Mantenimiento	05/01/2015	229659Km	Aplicar
18	Filtro De Aceite	MV01	Programa de Mantenimiento	05/01/2015	229659Km	Aplicar
19	Filtro De Aire	MV01	Programa de Mantenimiento	05/01/2015	229659Km	Aplicar
28	Alineación Y Balanceo	MV02	Programa de Mantenimiento	22/12/2014	24000Km	Aplicar
38	Suspensión	MV02	Programa de Mantenimiento	03/01/2015	23567Km	Aplicar
42	Aceite	MV02	Programa de Mantenimiento	19/01/2015	27884Km	Aplicar
43	Filtro De Aceite	MV02	Programa de	19/01/2015	27884Km	Aplicar

Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

Figura 29. Edición bandas traseras

**Bandas Traseras**

Equipo: Mitsubishi

Registrado por: Admin

Fecha de Registro: 27/01/2015

Observaciones: Mantenimiento cada 3000 Km o Cada 2 meses

Criterios Por Contadores: 3000 Km

Criterios Por Tiempo: 2 Mes

**230,651.00 Km**

Próxima Ejecución: Por Contadores

**23/01/2015**

Próxima Ejecución: Por Tiempo

Otros

**Editar**

**Bandas Traseras**

Equipo: Mitsubishi

Descripción: Bandas Traseras

Observaciones: Mantenimiento cada 3000Kms o Cada 2 meses

**Criterios**

**Por Contadores**

Si  No

Se ejecuta cada: 3000

Próxima Ejecución:  Si  No

Cuando llegue a: 230651

**Por Tiempo**

Si  No

Se ejecuta cada: 2 Meses

Próxima Ejecución:  Si  No

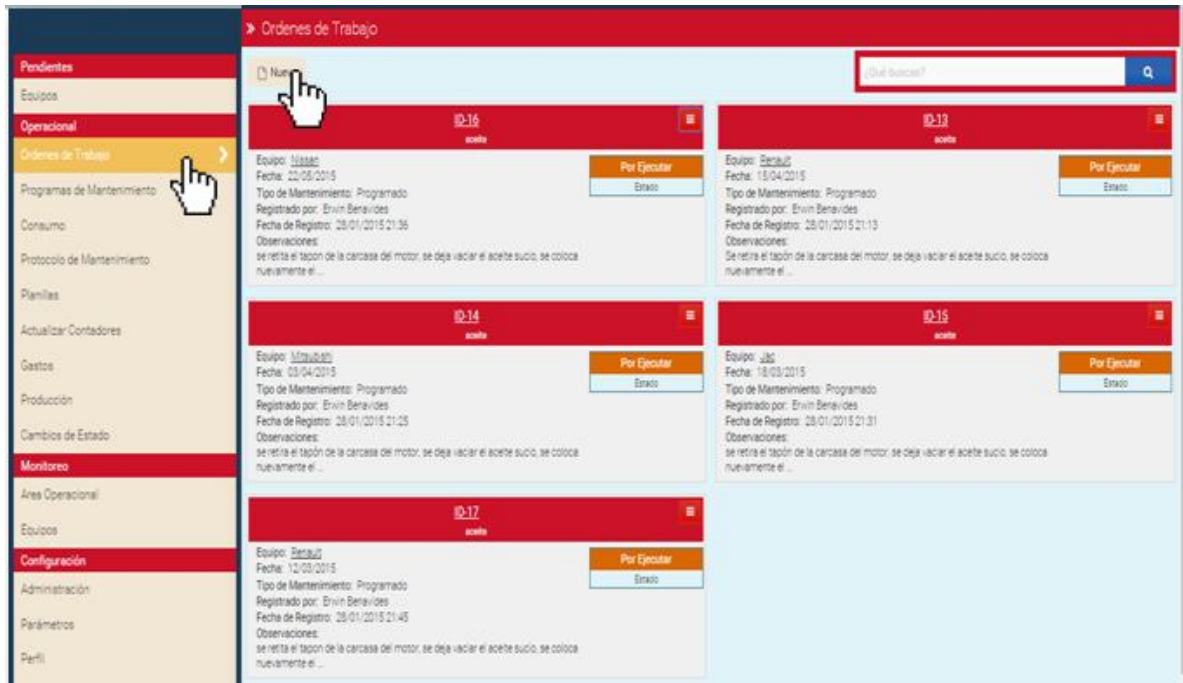
El día: 23/01/2015

**Aceptar**

Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

En el módulo **Operacional** encontramos las **órdenes de trabajo** existentes y el link **nuevo** que se utiliza para crear una nueva orden de trabajo.

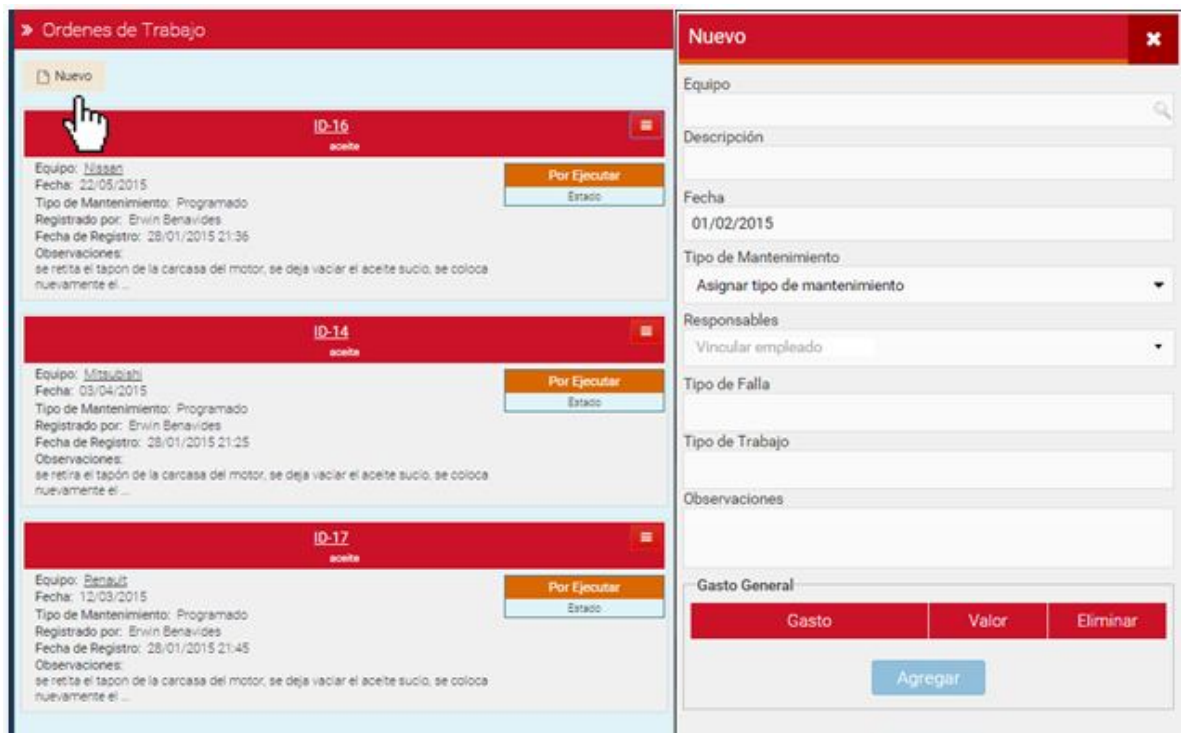
**Figura 30. Módulo operacional**



Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

Esta ventana aparece cuando se pulsa el link **nuevo** y se ingresan los datos correspondientes a la orden que se desea generar, se pulsa aceptar y queda generada la orden de trabajo.

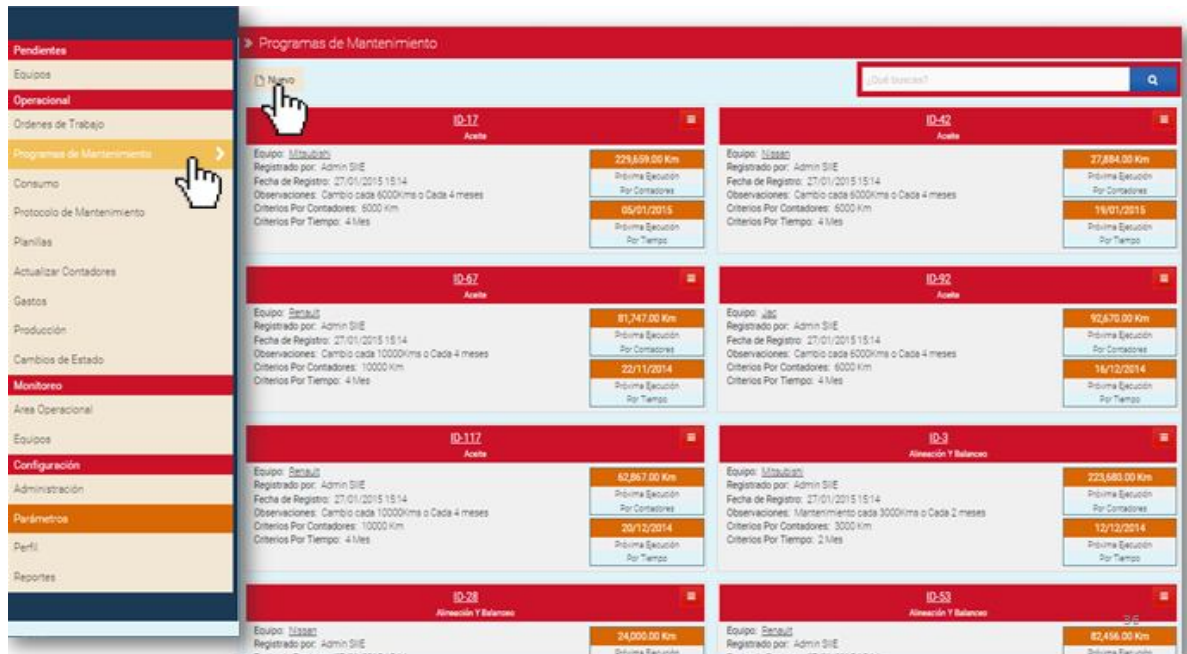
Figura 31. Ordenes de trabajo



Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

En el menú **Operacional**, aparece también el modulo **programas de mantenimiento**, que registra las actividades y las descripciones de cada uno de los equipos a los cuales se les hace el mantenimiento preventivo, en esta además encontramos los indicadores de kilometrajes utilizados en nuestro plan y que allí se registran y se controlan los contadores utilizados para que sea así el preventivo.

Figura 32. Modulo programas de mantenimiento



Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

Figura 33. Especificaciones

**Nuevo**

Equipo

Descripción

Observaciones

**Criterios**

Por Contadores
  Por Tiempo

Si  No
  Si  No

Se ejecuta cada

0

Próxima Ejecución

Si  No

Cuando llegue a

0

**Aceptar**

Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

El módulo de **Consumo** muestra el control que se puede llevar con los gastos referentes de cada vehículo, ya sea por combustible o por otro tipo.

**Figura 34. Módulo de Consumo**



Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

**Protocolo de mantenimiento.** Se encuentra la opción de crear un tipo de mantenimiento al cual se desea someter el vehículo ya sea preventivo o correctivo.

Se selecciona aceptar y queda generado el tipo de mantenimiento para este vehículo.

**Figura 35. Protocolo de mantenimiento**

The screenshot shows a web application interface. On the left is a vertical menu with categories: Pendientes, Operacional, and Monitoreo. Under 'Operacional', 'Protocolo de Mantenimiento' is highlighted. The main content area is a form titled 'Nuevo' with a close button (X). The form contains:
 

- Equipo: Input field with 'Nissan' and a search icon.
- Fecha: Input field with '28/01/2015'.
- Protocolos de Mantenimiento: A dropdown menu currently showing 'Seleccionar protocolo'.
- At the bottom center is a red 'Aceptar' button.

Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

**Planillas.** Permite de una forma facil acceder a los registros que se le han hecho a la maquina durante el periodo de mantenimiento y asi poder generar un informe si el auditor lo requiere.

**Figura 36. Planillas**

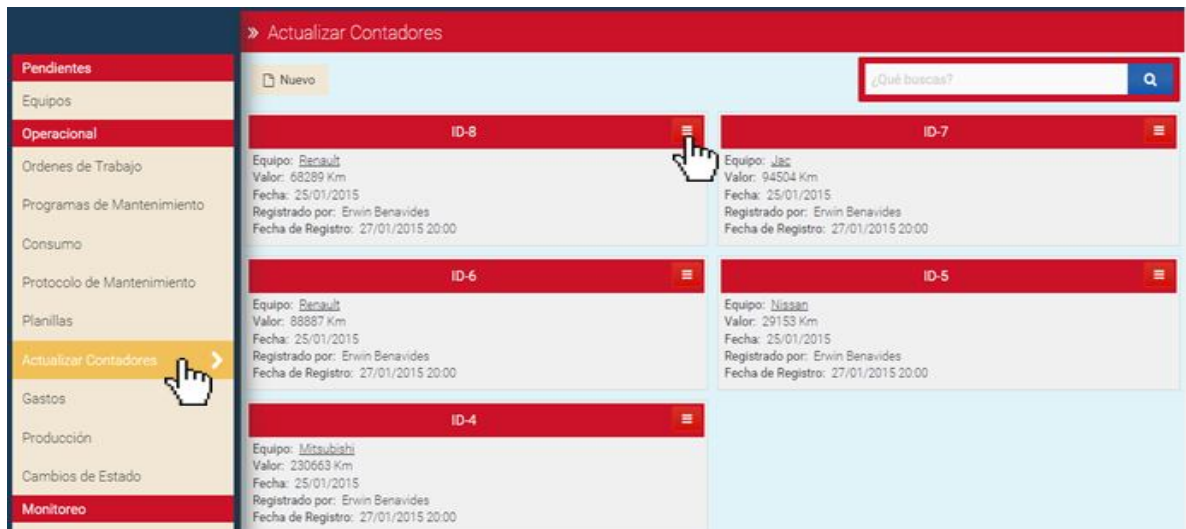
The screenshot shows the 'Planillas' form. The left sidebar has 'Planillas' selected. The main form area is titled 'Nuevo' and contains:
 

- Fecha: Input field with '28/01/2015'.
- Observaciones: Input field with 'mantenimiento correctivo'.
- Below the input fields is a section titled 'Detalles' with a sub-section 'Agregar inspección' containing the text: 'se registran ruidos extraños y vibraciones en la suspensión delantera del vehículo, se genera orden de trabajo correctiva'.
- At the bottom of the form is a table with five columns: 'Equipo', 'Observaciones', 'Tipo de Falla', 'Afectación', and 'Eliminar'.
- At the very bottom center is a red 'Aceptar' button.

Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

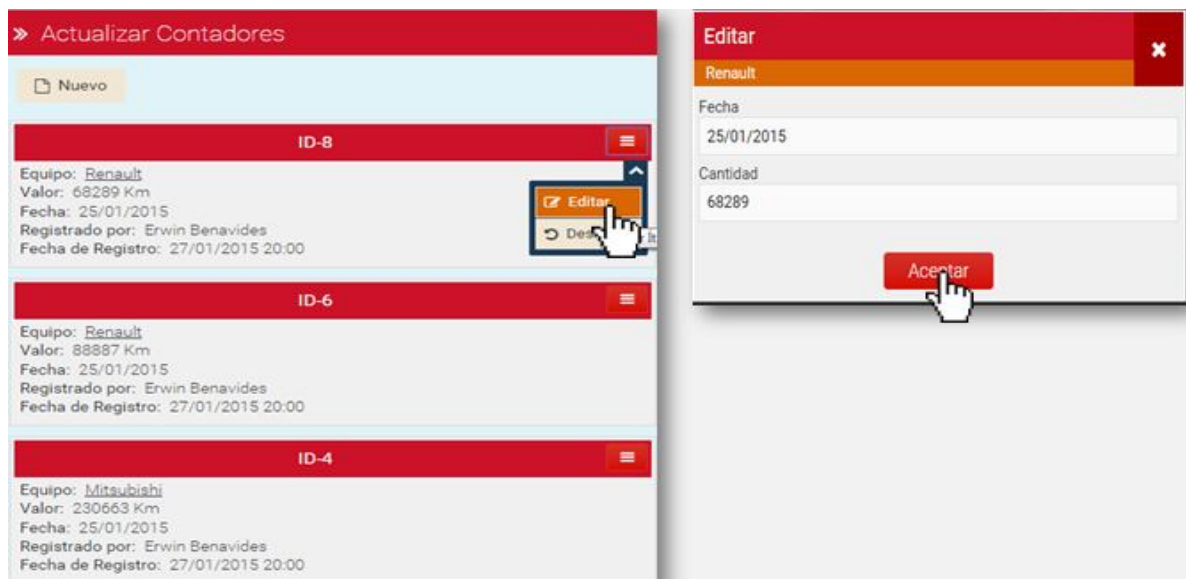
**Actualizar Contadores.** Se registran diariamente el conteo del kilometraje recorrido por el vehiculo y asi controlar las ordenes de trabajo que se generan para el mantenimiento preventivo.

**Figura 37. Actualizacion Contadores**



Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

**Figura 38. Edicion contadores**



Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

**Gastos.** Muestra el registro que se le hace al vehículo en caso tal que haya generado un consumo adicional en el tiempo que existe entre los mantenimientos, el objetivo principal es general un tipo de informe.

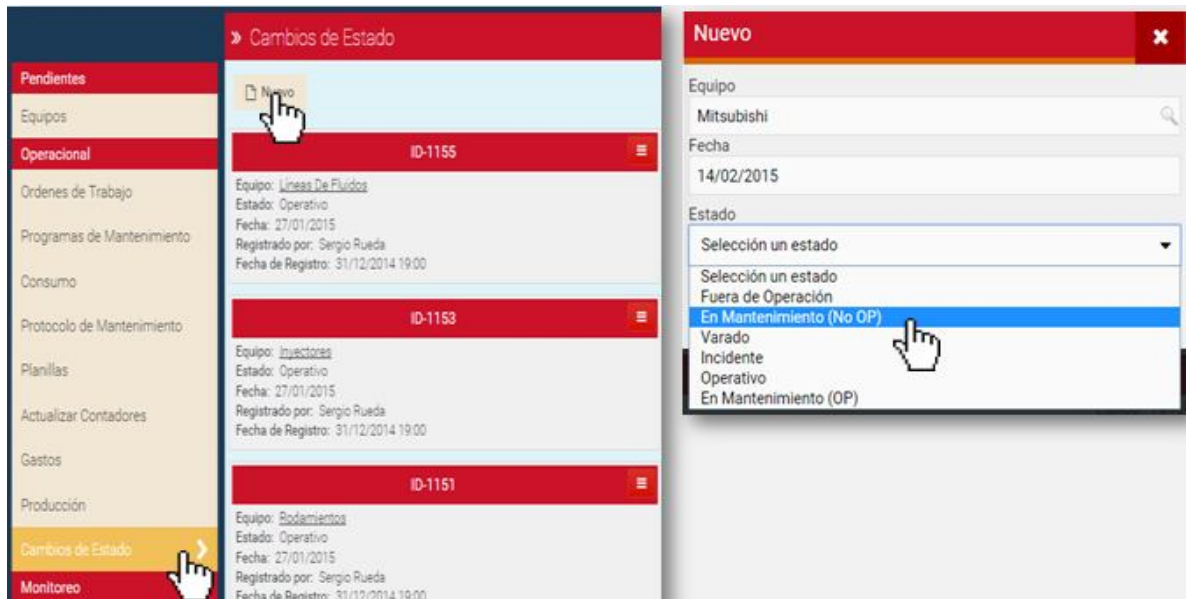
**Figura 39. Gastos**

<b>Pendientes</b>	<b>Nuevo</b> <span>✕</span>
Equipos	Equipo
<b>Operacional</b>	Nissan
Ordenes de Trabajo	Fecha
Programas de Mantenimiento	28/01/2015
Consumo	Concepto
<b>Protocolo de Mantenimiento</b>	Seleccione un concepto
Planillas	Cantidad
Actualizar Contadores	500000
<b>Gastos</b> >	<b>Aceptar</b>
Producción	
Cambios de Estado	
<b>Monitoreo</b>	
Area Operacional	
Equipos	
<b>Configuración</b>	

Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

**Cambios de Estado.** Se encuentra el estado en que se encuentra cada equipo, puede ser, en mantenimiento, fuera de operación, operando, etc. Nos da la posibilidad de saber la disponibilidad con que cuenta la empresa para operar con este equipo.

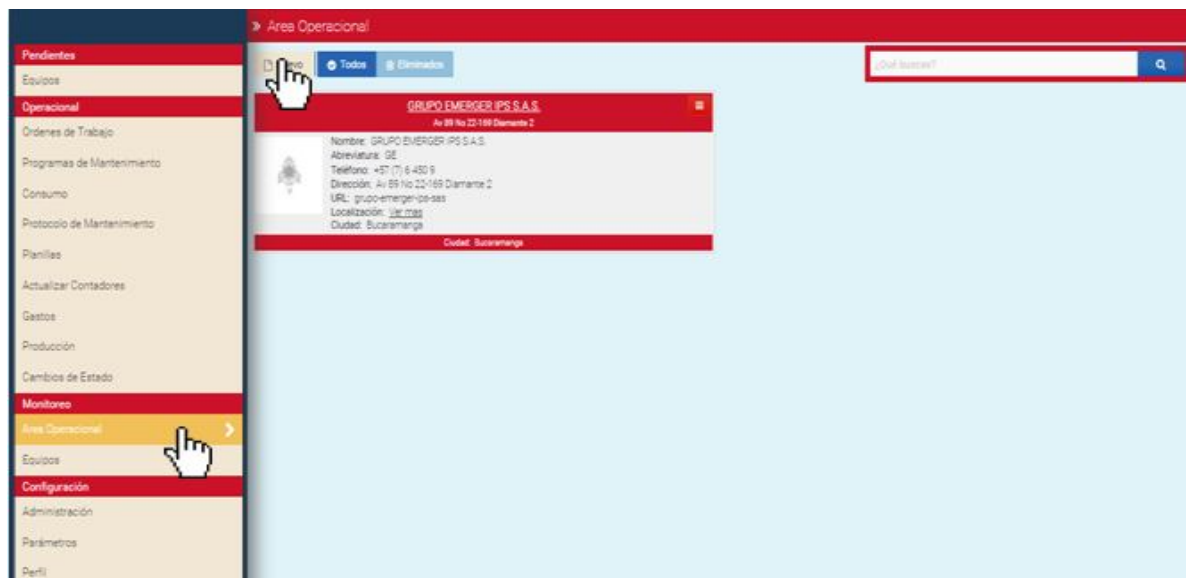
Figura 40. Cambios de estado



Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

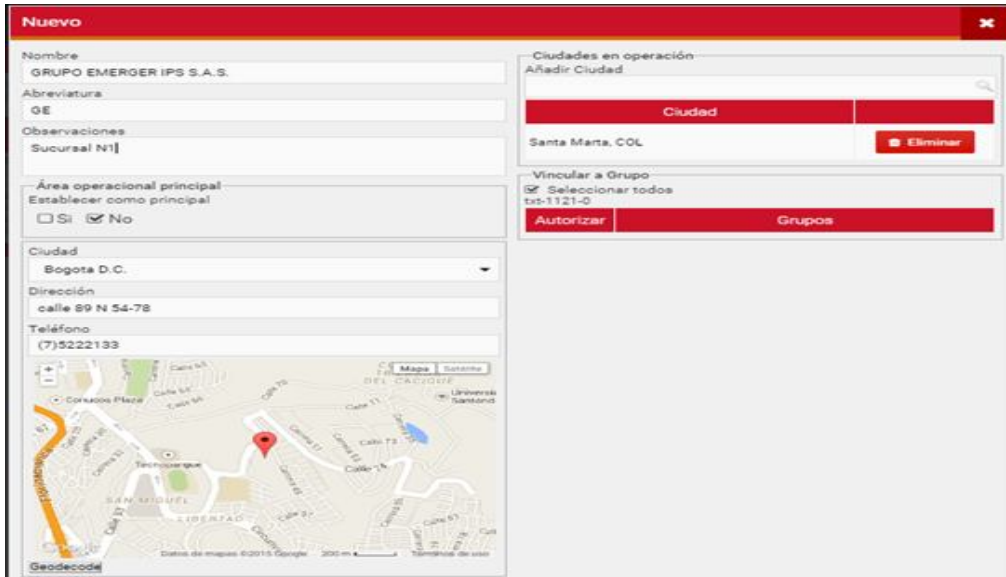
**Área Operacional.** Da la oportunidad de saber toda el área de operaciones que tiene la empresa llegado el caso de tener sucursales en el resto del país.

Figura 41. Area Operacional



Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

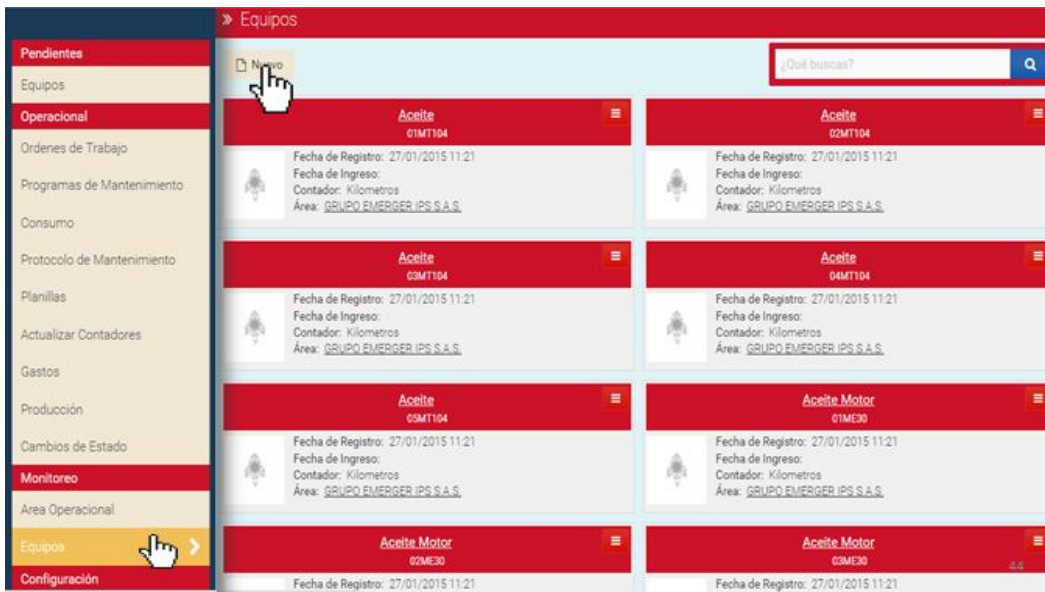
Figura 42. Especificaciones



Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

**Equipos.** Muestran todos los equipos relacionados en el plan de mantenimiento y que se les generara orden de trabajo automáticamente cuando el contador especificado de kilometraje así lo indique.

Figura 43. Equipos general



Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

**Figura 44. Especificaciones edición de equipos**

Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

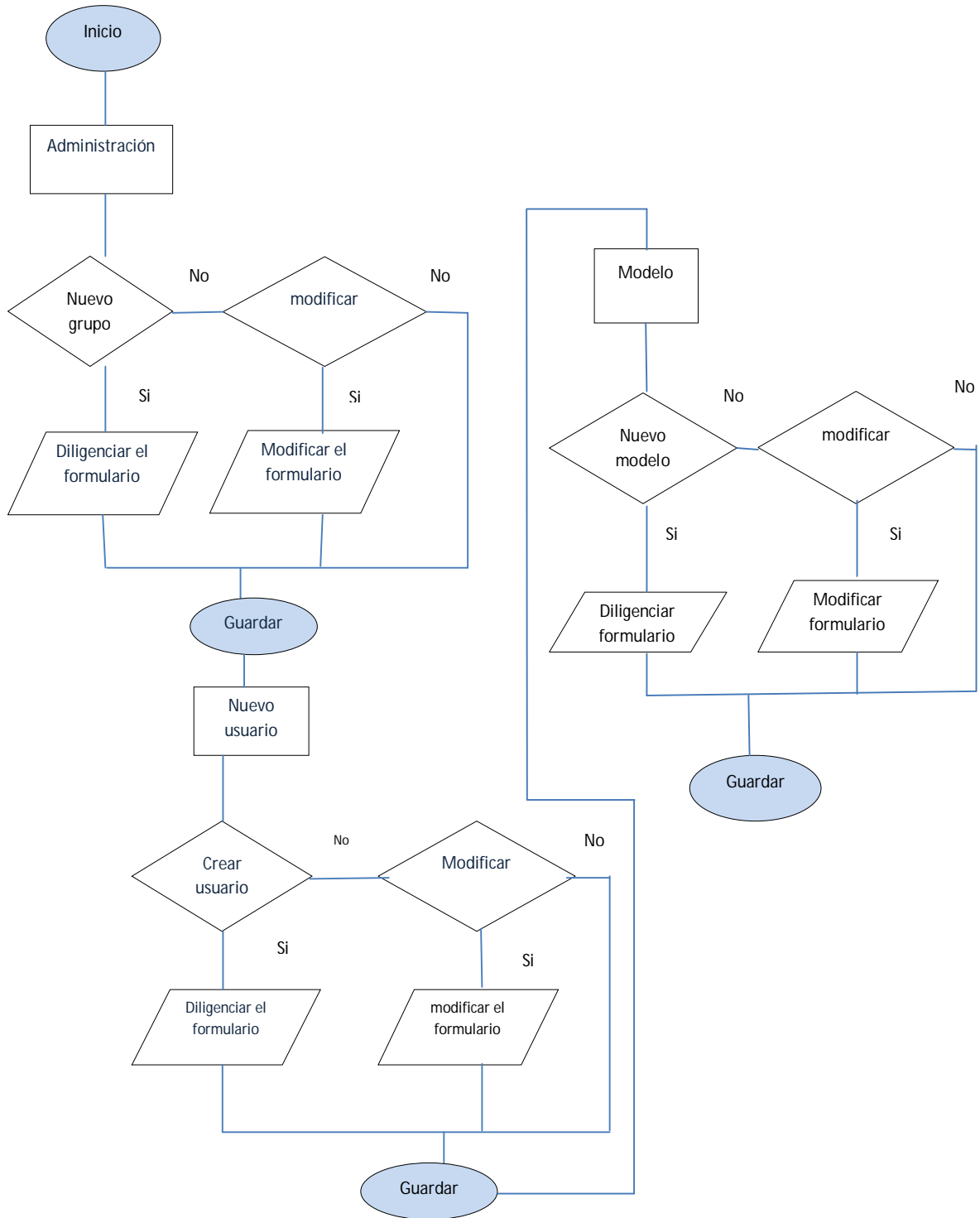
**Administración.** Se encuentra todos los datos relacionados con la empresa y del representante legal.

**Figura 45. Administración**

Fuente: <http://new.rocketmp.com/>

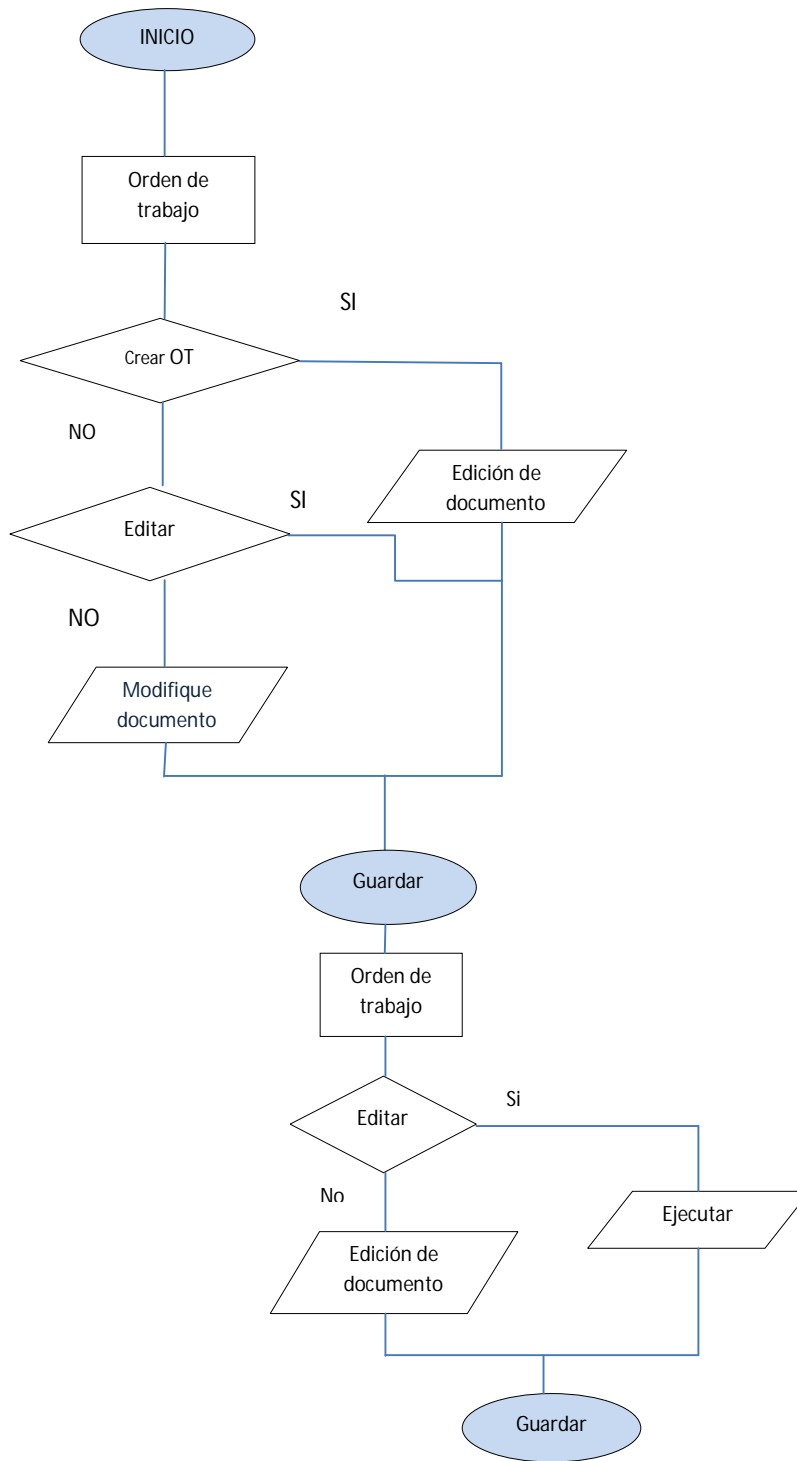
## DIAGRAMAS DE FLUJO

Figura 46. Diagrama de flujo modulo equipos



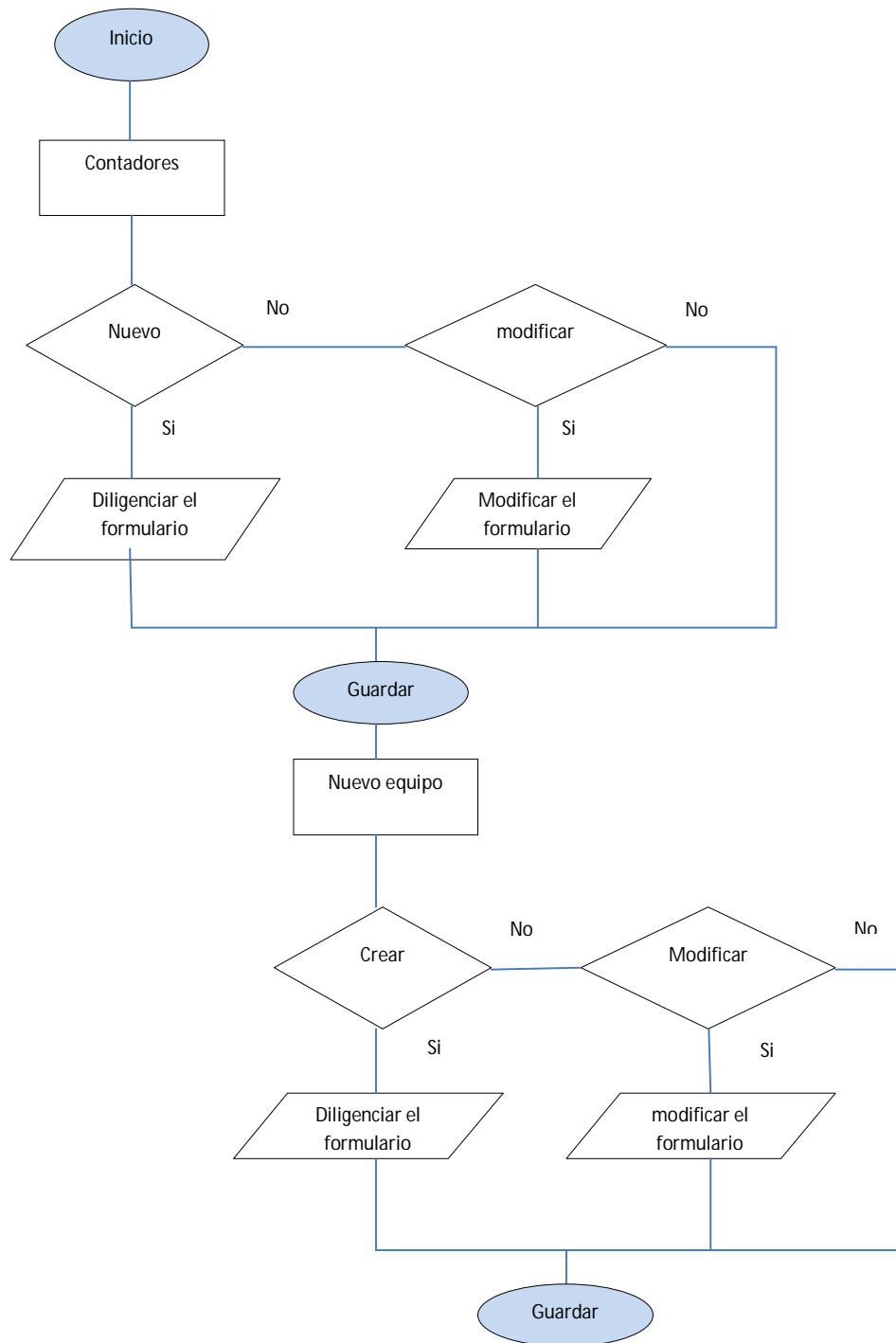
Fuente. Autores 2015

Figura 47. Diagrama de flujo del módulo Orden de Trabajo



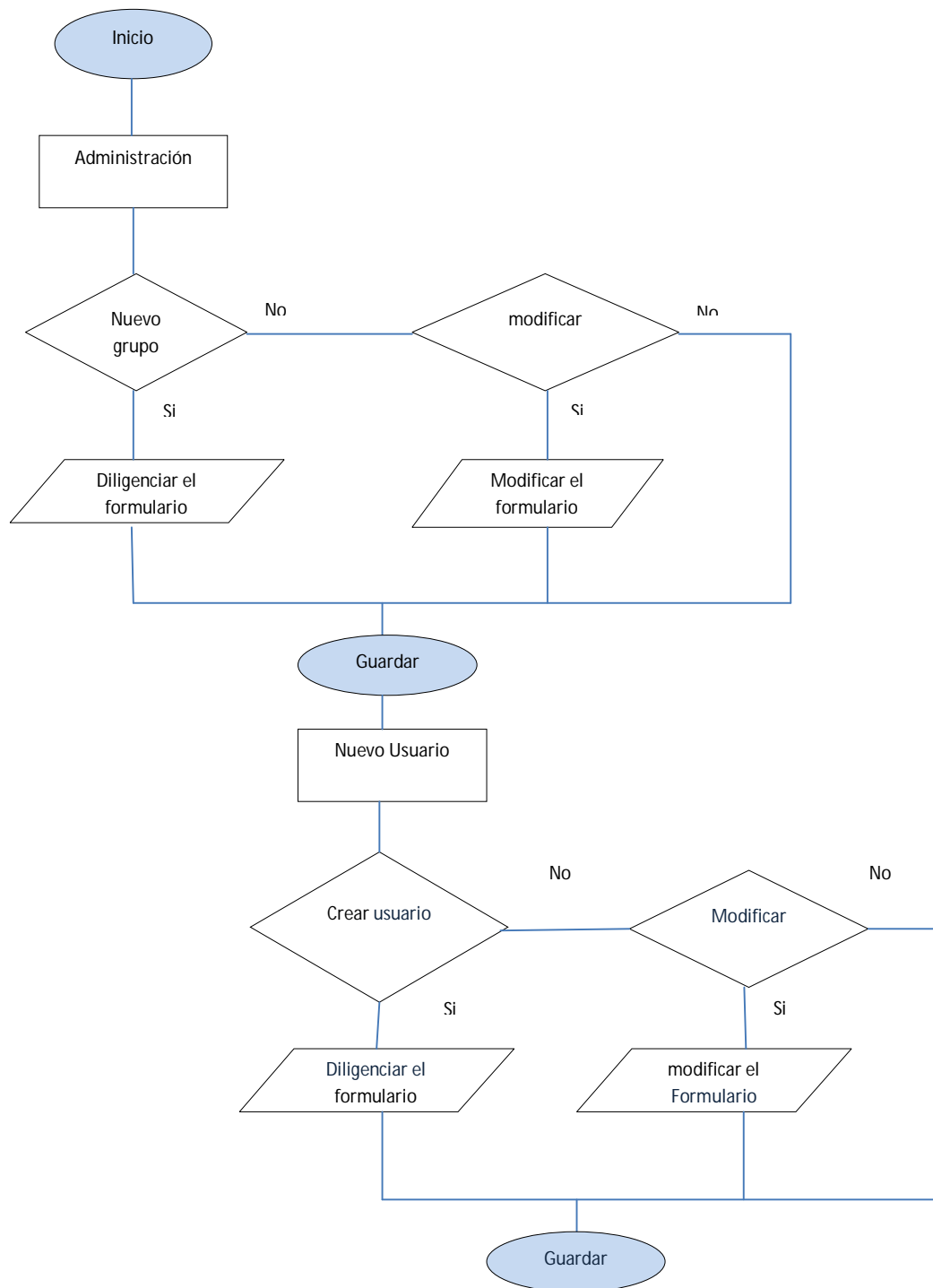
Fuente. Autores 2015

Figura 48. Diagrama de flujo del módulo actualizar contadores.



Fuente. Autores 2015

Figura 49. Diagrama de flujo modulo crear usuario



Fuente. <http://new.rocketmp.com/>

## 10. CONCLUSIONES

- Luego de realizar una inspección a la administración del mantenimiento de los Vehículos Ambulancias de la empresa Grupo Emerger, Se logró elaborar el registro de los equipos, y se observó una actividad de mantenimiento en su gran mayoría correctiva.
- Se diseñó e implementó un sistema de información para el mantenimiento de los vehículos tipo ambulancias de la empresa grupo emerger.
- A través del sistema de información implementado, se facilita el control y seguimiento a la operatividad de los equipos, una actividad fundamental en la estrategia del plan de mantenimiento ejecutado en este proyecto.
- Se llevó a cabo el análisis de criticidad para los 5 equipos inventariados de los cuales resultaron no críticos 1 medianamente críticos 3 y críticos 1. A su vez de cada equipo se discriminaron aquellos componentes cuyas fallas no alteraban la operatividad de los vehículos, lo cual nos permitió reducir la cantidad de equipos objetos de mantenimiento preventivo.
- Se socializó el plan de mantenimiento con los empleados de la empresa, dejando claro el funcionamiento del sistema de información y la importancia de llevarlo a cabo.

## **11. RECOMENDACIONES**

- Planear la ejecución de las actividades programadas, esto es asegurar la disponibilidad de herramientas, repuestos, productos y personal necesario para realizar la acción de mantenimiento.
- El sistema de información debe ser alimentado constantemente con datos reales, a fin de obtener información confiable que permita tomar las decisiones correctas.
- Recordar que un plan de mantenimiento no es estático, y se debe evaluar y mejorar continuamente.

## BIBLIOGRAFIA

ABERNETHY, Robert B. The New Weibull Handbook. 4 Ed. North Palm Beach Florida, USA: Robert B. Abernethy, Sept. 2000. 330 p.

ALBA N, Diego, BAEZ V, Diego. Plan de mantenimiento para la maquinaria pesada, maquinaria Agrícola y vehículos de transporte de la alcaldía del Municipio de belén Boyacá. . Bucaramanga, 2013. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Material Docente. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS. Bucaramanga, 2011

DE LA OSSA G., Carlos; GÓMEZ G., Julián. Desarrollo de un programa para el cálculo de la confiabilidad operacional de activos basado en distribuciones estadísticas Weibull. Bucaramanga, 2013. Tesis de grado (ingeniero mecánico). Universidad industrial de Santander. Escuela de ingeniería Mecánica.

DIXON, Daffuaa. Sistemas de Mantenimiento. México: Limusa. 29p. 2000

FUENTES, David A. Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013.



GARCÍA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento Industrial. Vol. 4. Madrid: Renovetec. Madrid, 2009.

OSORIO T, Oscar, MARTINEZ F, Cesar A. Plan de mantenimiento preventivo para la planta principal de la empresa productos alimenticios la victoria. Bucaramanga, 2013. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

# **ANEXOS**



## Anexo A. Hoja de Vida Ambulancias

### Renault

		HOJA DE VIDA AMBULANCIAS		CODIGO	GE-MTO-04
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
marca	RENAULT	línea	TRAFIC	modelo	2014
placa	HCK551	numero de chasis	VF1FLJCDCEY497734	color	BLANCO GLACIAL
<b>código vehículo MV03</b> 		<b>MOTOR</b>			
		<b>Especificaciones</b>			
		NUMERO DE MOTOR	F9QU760C686824		
		TIPO DE COMBUSTIBLE	diesel		
		ALIMENTACION	common rail,turbo compresor		
		CILINDRADA	1996cm3		
		NUMERO DE CILINDROS	4		
		NUMERO DE VALVULAS	16		
		POTENCIA MAXIMAHP @RPM	113@3500		
		TORQUE Nm @RPM	290@1600		
		Ubicación	transversal		
		cadena de distribución	si		
		Norma de Emisiones	Euro 4		
<b>SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA</b>		<b>CAPACIDADES</b>		<b>EQUIPAMIENTOS EXTERIORES</b>	
ABS		CAPACIDAD DE CARGA	1176 Kg	Rines de acero 16 pulg	
Air bag conductor		TANQUE DE COMBUSTIBLE	90 L	luces direccionales laterales	
apoya cabezas delanteros		VOLUMEN DE CARGA	8m3	puerta lateral corrediza	
cinturones de seguridad en los 3 puestos		N° PASAJEROS	3		
frenos de disco en las 4 ruedas					
<b>DIMENSIONES</b>				<b>EQUIPAMIENTO INTERIOR</b>	
largo	5182	Alto	2464	AC	
ancho	1904	distancia entre ejes	3498	radio cd	



Fuente. Autores 2015

## Jimbey

		HOJA DE VIDA AMBULANCIAS		CODIGO	GE-MTO-04
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
marca	JIMBEY	línea	SY6548J1S3BH	modelo	2012
placa	MFS240	numero de chasis	LSYHKAAE3CK059615	color	BLANCO
<b>código vehículo MV04</b> 		<b>MOTOR</b>			
		<b>Especificaciones</b>			
		NUMERO DE MOTOR		DK4B041244	
		TIPO DE COMBUSTIBLE		diesel	
		ALIMENTACION		Inyección CRDI	
		CILINDRADA		2488cm3	
<b>TRANSMISION</b>		NUMERO DE CILINDROS		4	
MECANICA	5 velocidades	NUMERO DE VALVULAS		8	
		POTENCIA MAXIMAHP @RPM		87@3600	
		TORQUE Nm @RPM		210@1800-2400	
<b>INSTRUMENTOS DE CONTROL</b>		Ubicación		Longitudinal	
Indicadores digitales		cadena de distribución		si	
tacómetro		Norma de Emisiones		-	
<b>SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA</b>		<b>CAPACIDADES</b>		<b>EQUIPAMIENTOS EXTERIORES</b>	
frenos delanteros discos ventilados 14"		CAPACIDAD DE CARGA	940 Kg	Rines de acero 15 pulg	
frenos traseros tambor		TANQUE DE COMBUSTIBLE	70 L	luces direccionales laterales	
cinturón de seguridad para los 3 pasajeros		VOLUMEN DE CARGA	8m3	puerta lateral corrediza	
		N° PASAJEROS	3		
<b>DIMENSIONES</b>				<b>EQUIPAMIENTO INTERIOR</b>	
largo	5070	alto	2225	AC	radio cd
ancho	1690	distancia entre ejes	2590	Vidrios eléctricos	

Fuente. Autores 2015

## Renault MV05

		HOJA DE VIDA AMBULANCIAS		CODIGO	GE-MTO-04
				VERSION	1
				PAGINA	1 DE 1
marca	RENAULT	línea	TRAFIC	modelo	2014
placa	HBW791	numero de chasis	VF1FLJCDCEY498063	color	BLANCO GLACIAL
<b>código vehículo MV05</b> 		<b>MOTOR</b>			
		<b>Especificaciones</b>			
		NUMERO DE MOTOR		F9QU760C686837	
		TIPO DE COMBUSTIBLE		diesel	
		ALIMENTACION		common rail,turbo	
		CILINDRADA		compresor	
		NUMERO DE CILINDROS		1996cm3	
		NUMERO DE VALVULAS		4	
		POTENCIA MAXIMAHP @RPM		113@3500	
		TORQUE Nm @RPM		290@1600	
		Ubicación		transversal	
		cadena de distribución		si	
		Norma de Emisiones		Euro 4	
<b>TRANSMISION</b>					
6					
MANUAL velocidades					
<b>INSTRUMENTOS DE CONTROL</b>					
Indicadores digitales					
tacómetro					
<b>SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA</b>		<b>CAPACIDADES</b>		<b>EQUIPAMIENTOS EXTERIORES</b>	
ABS		CAPACIDAD DE CARGA	1176 Kg	Rines de acero 16 pulg	
Air bag conductor		TANQUE DE COMBUSTIBLE	90 L	luces direccionales laterales	
apoya cabezas delanteros		VOLUMEN DE CARGA	8m3	puerta lateral corrediza	
cinturones de seguridad en los 3 puestos		N° PASAJEROS	3		
frenos de disco en las 4 ruedas					
<b>DIMENSIONES</b>				<b>EQUIPAMIENTO INTERIOR</b>	
largo	5182	alto	2464	AC	radio cd
ancho	1904	distancia entre ejes	3498	Vidrios eléctricos	

Fuente. Autores 2015

## Anexo B. Programa de Mantenimiento

### Para Mv04 Cada 3000 Kilómetros

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV04</b>	<b>CODIGO</b> GE-MTO-08 <b>VERSION</b> 1 <b>PAGINA</b> 1 DE 1
<b>CADA 3000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	
3	PASTILLAS DE FRENOS	CAMBIAR	
4	BANDAS TRASERAS	CAMBIAR	
5	CAMPANAS	REVISAR	
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	
7	BATERIAS	REVISAR	
<b>CADA 5000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	
3	LIQUIDO HIDRAULICO	CAMBIAR	
4	SUSPENSION	REVISAR AJUSTES	
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	
6	CABLEADO	REVISAR	
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	
8	ACEITE	CAMBIAR	
9	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	
10	FILTRO DE AIRE	CAMBIAR	

Fuente. Autores 2015

**Para Mv04 Cada 20000 Kilómetros**

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV04</b>	<b>CODIGO</b> GE-MTO-08 <b>VERSION</b> 1 <b>PAGINA</b> 1 DE 1
<b>CADA 20000 KILOMETROS</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	
2	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	CAMBIAR	
3	VALVULINA	CAMBIAR	
4	RODAMIENTOS	REVISAR AJUSTES	
<b>CADA 30000 KILOMETROS</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	
<b>CADA 50000 KILOMETROS</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	
<b>SEGÚN SEA NECESARIO</b>			
<b>NUMERO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
1	ALINEACION Y BALANCEO	CAMBIAR	
2	DISCOS Y PASTILLAS DE FRENOS	CAMBIAR	
3	BANDAS DE FRENOS	CAMBIAR	
4	INYECTORES	CAMBIAR	


Fuente. Autores 2015

**Para Mv01 Cada 3000 Kilómetros**

 <b>GRUPO EMERGER</b> <small>SERVICIOS ESPECIALES EN SALUD IPS S.A.S.</small>		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV01</b>	<b>CODIGO</b> GE-MTO-09 <b>VERSION</b> 1 <b>PAGINA</b> 1 DE 1
<b>CADA 3000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	
3	PASTILLAS DE FRENOS	REVISAR	
4	BANDAS TRASERAS	REVISAR	
5	CAMPANAS	REVISAR	
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	
7	BATERIAS	REVISAR	
<b>CADA 5000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	
3	LIQUIDO HIDRAULICO	CAMBIAR	
4	SUSPENSION	REVISAR AJUSTES	
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	
6	CABLEADO	REVISAR	
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	
8	ACEITE	CAMBIAR	
9	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	
10	FILTRO DE AIRE	CAMBIAR	

Fuente. Autores 2015


**Para Mv01 Cada 20000 Kilómetros**

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV01	CODIGO GE-MTO-09 VERSION 1 PAGINA 1 DE 1
<b>CADA 20000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	
2	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	CAMBIAR	
3	VALVULINA	CAMBIAR	
4	RODAMIENTOS	REVISAR AJUSTES	
<b>CADA 30000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	
<b>CADA 50000 KILOMETROS</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	
<b>SEGÚN SEA NECESARIO</b>			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	
1	ALINEACION Y BALANCEO	CAMBIAR	
2	DISCOS Y PASTILLAS DE FRENOS	CAMBIAR	
3	BANDAS DE FRENOS	CAMBIAR	
4	INYECTORES	CAMBIAR	

Fuente. Autores 2015

## Programa de Mantenimiento para MV03 y MV05

Programa de mantenimiento Para Mv03 Y Mv05 Cada 3000 Kilómetros

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV03 Y MV05	<b>CODIGO</b> GE-MTO-10 <b>VERSION</b> 1 <b>PAGINA</b> 1 DE 1
CADA 3000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	La revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía como la inclinación del vehículo.
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	se hace una inspección visual de fusibles, cables e instalaciones dentro y fuera del vehículo
3	PASTILLAS DE FRENOS	REVISAR	Se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos y se desmonta para hacer la inspección visual y técnica de estas, de igual manera se puede hacer identificando algún tipo de ruido en el sistema de frenos.
4	BANDAS TRASERAS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo
5	CAMPANAS	REVISAR	Se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo.
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	Se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la rueda y se revisa si los discos están rayados o en otro caso si están ovalados.
7	BATERIAS	REVISAR	Se suelta el borne positivo de la batería y se sueltan las tapas para revisar el nivel de agua en estas y se hace una prueba de amperaje por parte del técnico.

## Programa de mantenimiento para Mv03 Y Mv05 Cada 5000 Kilómetros

CADA 5000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	Se sube el vehículo en un cárcamo y se hace revisión visual de las líneas del combustible desde el tanque de almacenamiento hasta la entrada de este al motor.
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	Se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, liquido de frenos, refrigerante estén en buen estado y no presenten fugas, de igual manera que sus acoples estén bien conectados.
3	LIQUIDO HIDRAULICO	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del liquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
4	SUSPENSION	REVISAR	La revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía.
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del liquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
6	CABLEADO	REVISAR	Se hace una revisión general de todas las líneas de cables dentro y fuera del vehículo, de ser necesario se solicita la colaboración de un técnico electricista.
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	se revisa que las entradas de aire del vehículo estén en buen estado, que no existan taponamientos, humedades, filtraciones, etc.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento para Mv03 Y Mv05 Cada 10000 Kilómetros

CADA 10000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	ACEITE	CAMBIAR	Se retira el tapón de la carcasa del motor, se deja vaciar el aceite sucio, se coloca nuevamente el tapón y se le agrega el aceite nuevo por la boca del tanque de almacenamiento de este, luego se tapa esta entrada y se pone en funcionamiento el motor para verificar los niveles.
2	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	Este filtro es retirado con una llave de filtros y se cambia por otro filtro nuevo haciéndole un llenado hasta el punto indicado y ajuste necesario, seguido se pone en marcha el motor para que comience a circular el aceite.
3	FILTRO DEL AIRE	CAMBIAR	Se retiran los ajustes de la caja del filtro, se retira el filtro y se hace el cambio por el nuevo, se coloca la tapa de la caja, se colocan los ajustes y se pone en marcha el motor para verificar el buen funcionamiento.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento para Mv03 Y Mv05 Cada 20000 Kilómetros

CADA 20000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	Se retira el filtro usado con la llave para filtros, se le agrega combustible al filtro nuevo y se coloca ajustándole hasta lo indicado.
2	FILTRO DE AIRE ACOND.	CAMBIAR	Se retira la tapa de la caja del filtro, se retira el filtro usado y se hace el cambio por el filtro nuevo, se ajustan los broches de la caja y se pone en marcha el motor para verificar el funcionamiento del aire acondicionado.
3	VALVULINA	CAMBIAR	se retira el tapón de transmisión y de la caja, se deja vaciar el contenido de los depósitos, se sella nuevamente con el tapón y se le agrega valvulina nueva por la boca de cada uno de los mecanismos hasta el nivel indicado, luego se pone en marcha el vehículo para asegurar la lubricación.
4	RODAMIENTOS	AJUSTAR	Se desmontan las ruedas y se hace una revisión del estado de los rodillos como, desgaste, lubricación, estado, etc. De ser necesario el cambio, se desmonta todo el sistema de rodamiento y se cambia por el nuevo, se hace la lubricación y ajuste de todas las partes.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento para Mv03 Y Mv05 Cada 30000 Km

CADA 30000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	Se levanta la tapa del motor se retiran las bujías con la llave para estas, se hace la revisión visual de cada una de ellas y de ser necesario se cambian debido al mal funcionamiento. Se ajustan y se dejan instaladas todas las conexiones, se hace un encendido para verificación.
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	Se levanta la tapa del motor, se desconectan los inyectores de sus cables y sensores y se retiran con la llave para estos, se montan en un banco de prueba para hacer la calibración teniendo en cuenta el amperaje y el volumen que el motor requiera, se montan en el motor y se hace el ajuste con un torquimetro, seguido de las conexiones, luego se pone en marcha el motor para hacer la inspección.

Fuente. Autores 2015


## Programa de mantenimiento Para Mv03 Y Mv05 Cada 50000 Km

CADA 50000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	se levanta la tapa del motor se ubica la tapa de la correa o cadena de ser necesario, se retiran los pernos que sujetan esta tapa, se suelta la polea o engranaje de tensión y se procede a retirar la cadena o correa para luego monta la refracción, se aplica ajuste nuevamente a la polea de tensión y se hace la calibración de los tiempos del motor por parte del técnico, luego se coloca la tapa de protección y se ajusta hasta nivel indicado, se pone en marcha el motor para revisar el funcionamiento de la correa.
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	Se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, liquido de frenos, refrigerante y acoples de todos ellos, se desmontan utilizando la herramienta necesaria y se procede a hacer el cambio de todas y cada una de estas, se ajustan y se hace una inspección.

Fuente. Autores 2015

## Programa de Mantenimiento

### Programa de mantenimiento Para Mv01 Cada 3000 Kilómetros

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV01	CODIGO GE-MTO-11 VERSION 1 PAGINA 1 DE 6
CADA 3000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	La revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía como la inclinación del vehículo.
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	se hace una inspección visual de fusibles, cables e instalaciones dentro y fuera del vehículo
3	PASTILLAS DE FRENOS	REVISAR	Se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos y se desmonta para hacer la inspección visual y técnica de estas, de igual manera se puede hacer identificando algún tipo de ruido en el sistema de frenos.
4	BANDAS TRASERAS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo
5	CAMPANAS	REVISAR	Se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo.
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	Se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la rueda y se revisa si los discos están rayados o en otro caso si están ovalados.
7	BATERIAS	REVISAR	Se suelta el borne positivo de la batería y se sueltan las tapas para revisar el nivel de agua en estas y se hace una prueba de amperaje por parte del técnico.

CADA 5000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	Se sube el vehículo en un cárcamo y se hace revisión visual de las líneas del combustible desde el tanque de almacenamiento hasta la entrada de este al motor.
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	Se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, liquido de frenos, refrigerante estén en buen estado y no presenten fugas, de igual manera que sus acoples estén bien conectados.
3	LIQUIDO HIDRAULICO	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del liquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
4	SUSPENSION	REVISAR	La revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía.
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del liquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
6	CABLEADO	REVISAR	Se hace una revisión general de todas las líneas de cables dentro y fuera del vehículo, de ser necesario se solicita la colaboración de un técnico electricista.
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	se revisa que las entradas de aire del vehículo estén en buen estado, que no existan taponamientos, humedades, filtraciones, etc.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento para Mv01 Cada 10000 Kilómetros

CADA 10000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	ACEITE	CAMBIAR	Se retira el tapón de la carcasa del motor, se deja vaciar el aceite sucio, se coloca nuevamente el tapón y se le agrega el aceite nuevo por la boca del tanque de almacenamiento de este, luego se tapa esta entrada y se pone en funcionamiento el motor para verificar los niveles.
2	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	Este filtro es retirado con una llave de filtros y se cambia por otro filtro nuevo haciéndole un llenado hasta el punto indicado y ajuste necesario, seguido se pone en marcha el motor para que comience a circular el aceite.
3	FILTRO DEL AIRE	CAMBIAR	Se retiran los ajustes de la caja del filtro, se retira el filtro y se hace el cambio por el nuevo, se coloca la tapa de la caja, se colocan los ajustes y se pone en marcha el motor para verificar el buen funcionamiento.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento para Mv01 Cada 20000 Kilómetros

CADA 20000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	Se retira el filtro usado con la llave para filtros, se le agrega combustible al filtro nuevo y se coloca ajustándole hasta lo indicado.
2	FILTRO DE AIRE ACOND.	CAMBIAR	Se retira la tapa de la caja del filtro, se retira el filtro usado y se hace el cambio por el filtro nuevo, se ajustan los broches de la caja y se pone en marcha el motor para verificar el funcionamiento del aire acondicionado.
3	VALVULINA	CAMBIAR	se retira el tapón de transmisión y de la caja, se deja vaciar el contenido de los depósitos, se sella nuevamente con el tapón y se le agrega valvulina nueva por la boca de cada uno de los mecanismos hasta el nivel indicado, luego se pone en marcha el vehículo para asegurar la lubricación.
4	RODAMIENTOS	AJUSTAR	Se desmontan las ruedas y se hace una revisión del estado de los rodillos como, desgaste, lubricación, estado, etc. De ser necesario el cambio, se desmonta todo el sistema de rodamiento y se cambia por el nuevo, se hace la lubricación y ajuste de todas las partes.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv01 Cada 30000 Kilómetros

CADA 30000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	Se levanta la tapa del motor se retiran las bujías con la llave para estas, se hace la revisión visual de cada una de ellas y de ser necesario se cambian debido al mal funcionamiento. Se ajustan y se dejan instaladas todas las conexiones, se hace un encendido para verificación.
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	se levanta la tapa del motor, se desconectan los inyectores de sus cables y sensores y se retiran con la llave para estos, se montan en un banco de prueba para hacer la calibración teniendo en cuenta el amperaje y el volumen que el motor requiera, se montan en el motor y se hace el ajuste con un torqui metro, seguido de las conexiones, luego se pone en marcha el motor para hacer la inspección.


Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv01 Cada 50000 Kilómetros

CADA 50000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	se levanta la tapa del motor se ubica la tapa de la correa o cadena de ser necesario, se retiran los pernos que sujetan esta tapa, se suelta la polea o engranaje de tensión y se procede a retirar la cadena o correa para luego monta la refracción, se aplica ajuste nuevamente a la polea de tensión y se hace la calibración de los tiempos del motor por parte del técnico, luego se coloca la tapa de protección y se ajusta hasta nivel indicado, se pone en marcha el motor para revisar el funcionamiento de la correa.
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	Se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, liquido de frenos, refrigerante y acoples de todos ellos, se desmontan utilizando la herramienta necesaria y se procede a hacer el cambio de todas y cada una de estas, se ajustan y se hace una inspección.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv02 Cada 3000 Kilómetros

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV02</b>		<b>CODIGO</b> GE-MTO-12 <b>VERSION</b> 1 <b>PAGINA</b> 1 DE 6
CADA 3000 KILOMETROS				
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	La revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía como la inclinación del vehículo.	
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	se hace una inspección visual de fusibles, cables e instalaciones dentro y fuera del vehículo	
3	PASTILLAS DE FRENOS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos y se desmonta para hacer la inspección visual y técnica de estas, de igual manera se puede hacer identificando algún tipo de ruido en el sistema de frenos.	
4	BANDAS TRASERAS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo	
5	CAMPANAS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo.	
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la rueda y se revisa si los discos están rayados o en otro caso si están ovalados.	
7	BATERIAS	REVISAR	se suelta el borne positivo de la batería y se sueltan las tapas para revisar el nivel de agua en estas y se hace una prueba de amperaje por parte del técnico.	

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv02 Cada 5000 Kilómetros

CADA 5000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	se sube el vehículo en un cárcamo y se hace revisión visual de las líneas del combustible desde el tanque de almacenamiento hasta la entrada de este al motor.
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, liquido de frenos, refrigerante estén en buen estado y no presenten fugas, de igual manera que sus acoples estén bien conectados.
3	LIQUIDO HIDRAULICO	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del liquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
4	SUSPENSION	REVISAR	la revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía.
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del liquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
6	CABLEADO	REVISAR	se hace una revisión general de todas las líneas de cables dentro y fuera del vehículo, de ser necesario se solicita la colaboración de un técnico electricista.
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	se revisa que las entradas de aire del vehículo estén en buen estado, que no existan taponamientos, humedades, filtraciones, etc.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv02 Cada 10000 Kilómetros

CADA 10000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	ACEITE	CAMBIAR	se retira el tapón de la carcasa del motor, se deja vaciar el aceite sucio, se coloca nuevamente el tapón y se le agrega el aceite nuevo por la boca del tanque de almacenamiento de este, luego se tapa esta entrada y se pone en funcionamiento el motor para verificar los niveles.
2	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	este filtro es retirado con una llave de filtros y se cambia por otro filtro nuevo haciéndole un llenado hasta el punto indicado y ajuste necesario, seguido se pone en marcha el motor para que comience a circular el aceite.
3	FILTRO DEL AIRE	CAMBIAR	se retiran los ajustes de la caja del filtro, se retira el filtro y se hace el cambio por el nuevo, se coloca la tapa de la caja, se colocan los ajustes y se pone en marcha el motor para verificar el buen funcionamiento.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv02 Cada 20000 Kilómetros

CADA 20000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	se retira el filtro usado con la llave para filtros, se le agrega combustible al filtro nuevo y se coloca ajustándole hasta lo indicado.
2	FILTRO DE AIRE ACOND.	CAMBIAR	se retira la tapa de la caja del filtro, se retira el filtro usado y se hace el cambio por el filtro nuevo, se ajustan los broches de la caja y se pone en marcha el motor para verificar el funcionamiento del aire acondicionado.
3	VALVULINA	CAMBIAR	se retira el tapón de transmisión y de la caja, se deja vaciar el contenido de los depósitos, se sella nuevamente con el tapón y se le agrega valvulina nueva por la boca de cada uno de los mecanismos hasta el nivel indicado, luego se pone en marcha el vehículo para asegurar la lubricación.
4	RODAMIENTOS	AJUSTAR	se desmontan las ruedas y se hace una revisión del estado de los rodillos como, desgaste, lubricación, estado, etc. De ser necesario el cambio, se desmonta todo el sistema de rodamiento y se cambia por el nuevo, se hace la lubricación y ajuste de todas las partes.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv02 Cada 30000 Kilómetros

CADA 30000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	se levanta la tapa del motor se retiran las bujías con la llave para estas, se hace la revisión visual de cada una de ellas y de ser necesario se cambian debido al mal funcionamiento. Se ajustan y se dejan instaladas todas las conexiones, se hace un encendido para verificación.
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	se levanta la tapa del motor, se desconectan los inyectores de sus cables y sensores y se retiran con la llave para estos, se montan en un banco de prueba para hacer la calibración teniendo en cuenta el amperaje y el volumen que el motor requiera, se montan en el motor y se hace el ajuste con un torquimetro, seguido de las conexiones, luego se pone en marcha el motor para hacer la inspección.


Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv02 Cada 50000 Kilómetros

CADA 50000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	se levanta la tapa del motor se ubica la tapa de la correa o cadena de ser necesario, se retiran los pernos que sujetan esta tapa, se suelta la polea o engranaje de tensión y se procede a retirar la cadena o correa para luego monta la refracción, se aplica ajuste nuevamente a la polea de tensión y se hace la calibración de los tiempos del motor por parte del técnico, luego se coloca la tapa de protección y se ajusta hasta nivel indicado, se pone en marcha el motor para revisar el funcionamiento de la correa.
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, liquido de frenos, refrigerante y acoples de todos ellos, se desmontan utilizando la herramienta necesaria y se procede a hacer el cambio de todas y cada una de estas, se ajustan y se hace una inspección.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv04 Cada 3000 Kilómetros

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MV04</b>		<b>CODIGO</b> GE-MTO-13  <b>VERSION</b> 1  <b>PAGINA</b> 1 DE 6
<b>CADA 3000 KILOMETROS</b>				
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	
1	ALINEACION Y BALANCEO	REVISAR	La revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía como la inclinación del vehículo.	
2	SISTEMAS ELECTRICOS	REVISAR	se hace una inspección visual de fusibles, cables e instalaciones dentro y fuera del vehículo	
3	PASTILLAS DE FRENOS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta para hacer la inspección visual y técnica de estas, de igual manera se puede hacer identificando algún tipo de ruido en el sistema de frenos.	
4	BANDAS TRASERAS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo	
5	CAMPANAS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la campana y se hace la revisión visual de este mecanismo.	
6	DISCOS DE FRENOS	REVISAR	se toma el gato hidráulico, se bloquea la rueda, se sueltan los pernos, se desmonta la rueda y se revisa si los discos están rayados o en otro caso si están ovalados.	
7	BATERIAS	REVISAR	se suelta el borne positivo de la batería y se sueltan las tapas para revisar el nivel de agua y se hace una prueba de amperaje por parte del técnico.	

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv04 Cada 3000 Kilómetros

CADA 5000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	LINEAS DE COMBUSTIBLE	REVISAR	se sube el vehículo en un cárcamo y se hace revisión visual de las líneas del combustible desde el tanque de almacenamiento hasta la entrada de este al motor.
2	LINEAS DE FLUIDOS	REVISAR	se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, líquido de frenos, refrigerante estén en buen estado y no presenten fugas, de igual manera que sus acoples estén bien conectados.
3	LIQUIDO HIDRAULICO	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del líquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
4	SUSPENSION	REVISAR	la revisión se hace con una prueba de manejo identificando ruidos y si existe algún tipo de anomalía.
5	LIQUIDO DE FRENOS	REVISAR	se retira la tapa del tanque de almacenamiento, se toma una muestra del líquido y se analiza su color, estado, nivel, etc.
6	CABLEADO	REVISAR	se hace una revisión general de todas las líneas de cables dentro y fuera del vehículo, de ser necesario se solicita la colaboración de un técnico electricista.
7	DUCTOS DE VENTILACION	REVISAR	se revisa que las entradas de aire del vehículo estén en buen estado, que no existan taponamientos, humedades, filtraciones, etc.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv04 Cada 10000 Kilómetros

CADA 10000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	ACEITE	CAMBIAR	se retira el tapón de la carcasa del motor, se deja vaciar el aceite sucio, se coloca nuevamente el tapón y se le agrega el aceite nuevo por la boca del tanque de almacenamiento de este, luego se tapa esta entrada y se pone en funcionamiento el motor para verificar los niveles.
2	FILTRO DE ACEITE	CAMBIAR	este filtro es retirado con una llave de filtros y se cambia por otro filtro nuevo haciéndole un llenado hasta el punto indicado y ajuste necesario, seguido se pone en marcha el motor para que comience a circular el aceite.
3	FILTRO DEL AIRE	CAMBIAR	se retiran los ajustes de la caja del filtro, se retira el filtro y se hace el cambio por el nuevo, se coloca la tapa de la caja, se colocan los ajustes y se pone en marcha el motor para verificar el buen funcionamiento.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv04 Cada 20000 Kilómetros

CADA 20000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CAMBIAR	se retira el filtro usado con la llave para filtros, se le agrega combustible al filtro nuevo y se coloca ajustándole hasta lo indicado.
2	FILTRO DE AIRE ACOND.	CAMBIAR	se retira la tapa de la caja del filtro, se retira el filtro usado y se hace el cambio por el filtro nuevo, se ajustan los broches de la caja y se pone en marcha el motor para verificar el funcionamiento del aire acondicionado.
3	VALVULINA	CAMBIAR	se retira el tapón de transmisión y de la caja, se deja vaciar el contenido de los depósitos, se sella nuevamente con el tapón y se le agrega valvulina nueva por la boca de cada uno de los mecanismos hasta el nivel indicado, luego se pone en marcha el vehículo para asegurar la lubricación.
4	RODAMIENTOS	AJUSTAR	se desmontan las ruedas y se hace una revisión del estado de los rodillos como, desgaste, lubricación, estado, etc. De ser necesario el cambio, se desmonta todo el sistema de rodamiento y se cambia por el nuevo, se hace la lubricación y ajuste de todas las partes.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv04 Cada 30000 Kilómetros

CADA 30000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	BUJIAS	PONER A PUNTO	Se levanta la tapa del motor se retiran las bujias con la llave para estas, se hace la revisión visual de cada una de ellas y de ser necesario se cambian debido al mal funcionamiento. Se ajustan y se dejan instaladas todas las conexiones, se hace un encendido para verificación.
2	INYECTORES	PONER A PUNTO	Se levanta la tapa del motor, se desconectan los inyectores de sus cables y sensores y se retiran con la llave para estos, se montan en un banco de prueba para hacer la calibración teniendo en cuenta el amperaje y el volumen que el motor requiera, se montan en el motor y se hace el ajuste con un torquimetro, seguido de las conexiones, luego se pone en marcha el motor para hacer la inspección.

Fuente. Autores 2015

## Programa de mantenimiento Para Mv04 Cada 50000 Kilómetros

CADA 50000 KILOMETROS			
NUMERO	ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA
1	CORREA DE REPARTICION	CAMBIAR	se levanta la tapa del motor se ubica la tapa de la correa o cadena de ser necesario, se retiran los pernos que sujetan esta tapa, se suelta la polea o engranaje de tensión y se procede a retirar la cadena o correa para luego montar la refracción, se aplica ajuste nuevamente a la polea de tensión y se hace la calibración de los tiempos del motor por parte del técnico, luego se coloca la tapa de protección y se ajusta hasta nivel indicado, se pone en marcha el motor para revisar el funcionamiento de la correa.
2	LINEAS DE FLUIDOS	CAMBIAR	Se levanta la tapa del motor y se revisa visualmente que las líneas de agua, aceite, líquido de frenos, refrigerante y acoples de todos ellos, se desmontan utilizando la herramienta necesaria y se procede a hacer el cambio de todas y cada una de estas, se ajustan y se hace una inspección.

Fuente. Autores 2015