

DISEÑO DE MODELO PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DEL PARQUE  
AUTOMOTOR DE VEHICULOS LIVIANOS (TAXI) PARA LA EMPRESA GRUPO  
VAVA.

FAUNER TOMAS ALFARO LUGO  
FABIO LEONARDO VARGAS VARGAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014

DISEÑO DE MODELO PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DEL PARQUE  
AUTOMOTOR DE VEHICULOS LIVIANOS (TAXI) PARA LA EMPRESA GRUPO  
VAVA.

FAUNER TOMAS ALFARO LUGO  
FABIO LEONARDO VARGAS VARGAS

Monografía de Grado presentada como requisito para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: SERGIO PÉREZ SÚA  
Ingeniero Eléctrico y Electrónico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	11
1 GRUPO VAVA .....	12
1.1 RESEÑA HISTORICA .....	12
1.1.1 Ubicación Geográfica .....	12
1.1.2 Participación en el mercado y visión del negocio .....	14
1.1.3 Sede Grupo VAVA.....	16
1.2 OPERACIÓN GRUPO VAVA.....	21
1.3 MANTENIMIENTO PARQUE AUTOMOTOR.....	22
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
1.5 OBJETIVOS .....	23
1.5.1 Objetivo general: .....	23
1.5.2 Objetivos específicos:.....	24
1.6 JUSTIFICACIÓN .....	24
2 MARCO TEORICO .....	26
2.1 MANTENIMIENTO .....	26
2.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	26
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	28
2.3.1 Mantenimiento correctivo.....	28
2.3.2 Mantenimiento progresivo .....	28
2.3.3 Mantenimiento programado.....	29
2.3.4 Mantenimiento preventivo.....	29
2.3.5 Mantenimiento predictivo.....	30
2.3.6 Mantenimiento productivo total (TPM) .....	31
2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	32
2.4.1 Sistemas de información de mantenimiento (CMMS).....	33
3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA .....	35
3.1 DISPONIBILIDAD DE VEHÍCULOS TAXI .....	35
3.2 ANÁLISIS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS .....	37
3.3 ANÁLISIS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS .....	39
3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....	42

3.5	COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	43
3.6	CAUSAS DE FALLAS FRECUENTES.....	48
4	PLAN DE MANTENIMIENTO .....	54
4.1	PLAN DE ACCIÓN.....	56
4.2	FORMATO DE PARA LA EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PRIMARIO E INSPECCIÓN DIARIA DE LOS VEHÍCULOS .....	56
4.3	FORMATO PARA CONTROL DE INVENTARIOS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS. ....	58
4.4	CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	60
4.5	VENTAJAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ...	69
5.	CONCLUSIONES .....	73
	BIBLIOGRAFÍA.....	74

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logo Grupo VAVA	12
Figura 2. Ubicación Grupo VAVA	13
Figura 3. Sede Grupo VAVA	16
Figura 4. Área de Lavado	17
Figura 5. Área de Mantenimiento	18
Figura 6. Bodega de Materiales	19
Figura 7. Oficinas Administrativas	20
Figura 8. Parqueadero Externo	20
Figura 9. Parqueadero interno	21
Figura 10. Evolución de las técnicas de mantenimiento	27
Figura 11. Disponibilidad 2013	36
Figura 12. Disponibilidad 2014	37
Figura 13. Total Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2013	38
Figura 14. Total Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2014	39
Figura 15. Total Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2013	40
Figura 16. Total Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2014	41
Figura 17. Discriminación de Mantenimiento Correctivo 2013	42
Figura 18. Relación entre Mantenimiento Preventivo y Correctivo	43
Figura 19. Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo 2014	44
Figura 20. Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo 2013	44
Figura 21. Costo de Mantenimiento vs Producción por mes 2013	45
Figura 22. Costo de Mantenimiento vs Producción por mes 2014	46
Figura 23. Comparación 2013-2014	46
Figura 24. Costo de Mantenimiento vs Producción	47
Figura 25. Costo Global de Mantenimiento.	48
Figura 26. Golpe en bomper, capó y lateral derecho.	49
Figura 27. Cambio de tanques plásticos por aluminio al radiador	50
Figura 28. Tanque de almacenamiento cristalizado circuito de refrigeración	51
Figura 29. Manguera desgastada sistema de gas natural vehicular	51
Figura 30. Ducto hacia filtro de aire en mal estado	52
Figura 31: Desgaste inadecuado de las llantas	53
Figura 32. MP Software	66
Figura 33. Pérdidas por disponibilidad Proyectadas al 2015	70
Figura 34. Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo	70
Figura 35. Costos de Mantenimiento Global	71
Figura 36. Proyección de Producción.	72

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Disponibilidad 2013	35
Tabla 2. Disponibilidad 2014	36
Tabla 3. Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2013	38
Tabla 4. Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2014	38
Tabla 5. Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2013	40
Tabla 6. Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2014	40
Tabla 7. Discriminación de Mantenimiento Correctivo 2013	41
Tabla 8. Costo Mantenimiento vs Producción	47
Tabla 9. Costo Global de Mantenimiento	48
Tabla 10. Formato Plan de Mantenimiento Preventivo	55
Tabla 11. Plan de Acción	56
Tabla 12. Inspección Diaria de Vehículos	57
Tabla 13. Formato Control de Inventario y Costo de Mantenimiento.	59
Tabla 14. Requerimientos de selección del sistema de información.	61
Tabla 15. Puntuación de Propuestas	64
Tabla 16. Valorización de Propuestas.	64
Tabla 17. Precios MP Software	67
Tabla 18. Características Software	68
Tabla 19. Perdidas por disponibilidad	69
Tabla 20. Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo	70
Tabla 21. Costos de Mantenimiento Global	71
Tabla 22. Estimado Producción.	72

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE MODELO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE VEHÍCULOS LIVIANOS (TAXI) PARA LA EMPRESA GRUPO VAVA.\*

**AUTORES:** FAUNER TOMAS ALFARO LUGO, FABIO LEONARDO VARGAS VARGAS.\*\*

**PALABRAS CLAVES:** GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, SISTEMA DE INFORMACIÓN.

### DESCRIPCIÓN:

El presente documento plantea un modelo de gestión de mantenimiento en la empresa de taxis grupo VAVA, que mejore la disponibilidad de equipos y a la vez proyecte una disminución de costos de mantenimiento sin afectar la calidad del mismo.

La monografía se basa primordialmente en estudios sobre el desempeño de los equipos de la empresa en los dos últimos años con base a una muestra aleatoria de quince unidades productivas y en las recomendaciones del fabricante con lo cual se propone un modelo de mantenimiento preventivo, que alargue la vida útil de los vehículos y disminuya la cantidad de mantenimientos correctivos.

La gestión del mantenimiento en grupo VAVA, requiere de un sistema de información de mantenimiento que cumpla con algunos requerimientos como organización de inventarios, informes de costos, indicadores de gestión entre otros y este en estudio, se propone la mejor solución partiendo de una serie de comparaciones entre algunos de los mejores productos del mercado.

El plan propuesto en esta monografía pretende mejorar la disponibilidad de los equipos del grupo VAVA hasta en un 99%, teniendo en cuenta que los vehículos trabajan las 24 horas del día los 7 días de la semana.

Finalmente con la implementación del plan de mantenimiento desarrollado en la monografía se proyectan más de 100 millones de pesos anuales, con una inversión inicial menor a diez millones de pesos.

---

\*Monografía

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Sergio Pérez Súa, Ingeniero Eléctrico y Electrónico.

## SUMMARY

**TITLE:** DESIGN MODEL FOR MAINTENANCE MANAGEMENT OF THE FLEET OF LIGHT VEHICLES (TAXI) FOR THE COMPANY VAVA GROUP

**AUTHORS:** FAUNER TOMAS ALFARO LUGO, FABIO LEONARDO VARGAS VARGAS.

**KEYWORDS:** MANAGEMENT OF MAINTENANCE, PREVENTIVE MAINTENANCE, INFORMATION SYSTEM.

### DESCRIPTION:

This paper presents a model for maintenance management in the taxi company VAVA group, to improve the availability of equipment and simultaneously project a decrease in maintenance costs without compromising quality.

The paper is based primarily on studies of the performance of companies' machines in the last two years based on a random sample of fifteen production units and the manufacturer's recommendations whereby a preventive maintenance model is proposed to lengthen the useful life of vehicles and reduce the amount of corrective maintenance.

Maintenance management in VAVA group requires a maintenance information system that meets some requirements such as inventory organization, cost reports, including performance indicators and in this study, the best solution is proposed based on a series of comparisons between some of the best products.

The plan proposed in this paper aims to improve the availability of computers in the group VAVA by up to 99%, considering that vehicles run 24 hours a day, 7 days a week.

Finally, with the implementation of the maintenance plan developed in the monograph, over 100 million pesos annually are projected, with a smaller initial investment of ten million pesos.

---

\* Monograph

\*\* Faculty of Physics-Mechanical Engineering in Maintenance Management. Director: Sergio Pérez Súa, Electrical and Electronic Engineer.

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las empresas de transporte casanareñas ya sean de transporte de personas (individual o colectivo), transporte de carga, maquinaria pesada, etc. relegan el mantenimiento de su parque automotor al correctivo de fallas y/o varadas en el momento en que ocurren; por esta razón, esta monografía busca demostrar a este sector empresarial del departamento de Casanare las ventajas y necesidades de la implementación y aplicación de un sistema gestión de mantenimiento bien estructurado, para lo cual se crea una alianza estratégica desde el ámbito académico con la empresa Grupo VAVA del sector económico antes mencionado.

La empresa Casanareña Grupo VAVA busca liderar el transporte público urbano (Taxi) en la ciudad de Yopal, para lo cual enfrentara un reto de actualización interna desde el punto de vista administrativo, operativo y gerencial. Debido a esto, se diseña un modelo para la gestión de mantenimiento del parque automotor de la empresa que le permita optimizar los recursos y mejorar las utilidades de la empresa.

Grupo VAVA cuenta con un parque automotor compuesto por 23 vehículos, los cuales y debido a una decisión estratégica de los dirigentes de la misma; son todos vehículos marca Chevrolet línea Spark, lo que en principio optimizaría el costo de la bodega; además y junto con los aspectos mencionados anteriormente, se pretende brindar a la empresa herramientas tecnológicas robustas; que en el caso específico del mantenimiento para parque automotor, resulta en la selección de un sistema informático para gestión de su mantenimiento.

## 1 GRUPO VAVA

### 1.1 RESEÑA HISTORICA

Grupo VAVA es una empresa casanareña dedicada al transporte público urbano (Taxi) en la ciudad de Yopal – Casanare. Constituida legalmente el 28 de Septiembre de 2011, inicia su vinculación al sector industrial con la adquisición del 50% de un taxi, desde ese momento ha centrado esfuerzos en optimizar la operación de este tipo de vehículos entendiendo que para ello debe garantizar que los vehículos circulen el mayor tiempo posible.

**Figura 1.** Logo Grupo VAVA



Fuente: Grupo VAVA

En la actualidad Grupo VAVA emplea una fuerza laboral de 53 personas incluyendo trabajadores por orden de prestación de servicio, nómina y empresas contratistas que prestan servicios.

#### 1.1.1 Ubicación Geográfica

Yopal, ciudad y capital del departamento colombiano de Casanare, ubicada cerca del río Cravo Sur, en el piedemonte de la cordillera Oriental, cuenta con una extensión de área urbana de 10.47 Km<sup>2</sup>, Su actividad económica gira en torno a la extracción de petróleo, la agricultura y la ganadería<sup>1</sup>.

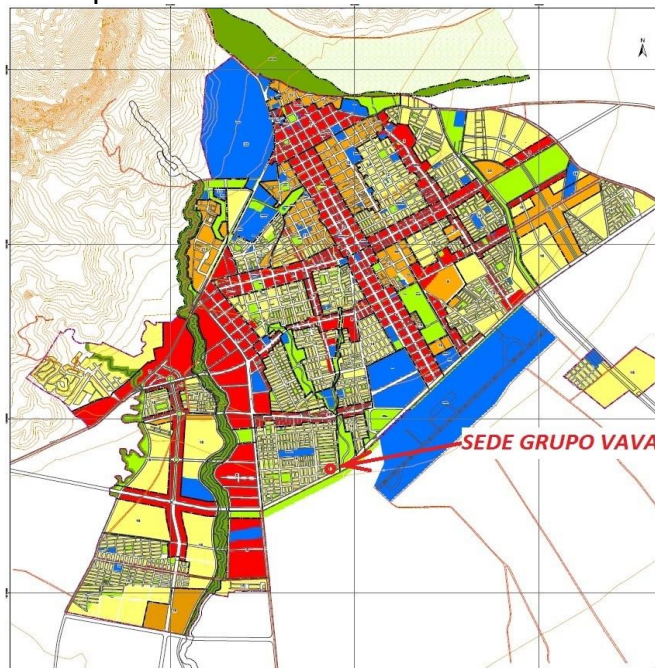
---

<sup>1</sup> Fuente: [http://www.yopal-casanare.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.yopal-casanare.gov.co/informacion_general.shtml)

Yopal, de acuerdo a proyecciones realizadas por el DANE, estimó que la población para el año 2012 era de 129.943 personas, aumentando un 22% desde el último censo nacional realizado en el año 2005<sup>2</sup>.

En la actualidad y de acuerdo al decreto N° 174 de 2013 de la Alcaldía Municipal de Yopal, circulan 592 vehículos tipo Taxi en la ciudad es decir un taxi por cada 210 habitantes<sup>3</sup>, sin embargo y de acuerdo al sondeo de mercado realizado por la empresa Grupo VAVA indagando con los usuarios de sus taxis, se infiere que el mayor nicho de mercado se presenta con la población flotante, entre los que se encuentran conductores de tracto camiones, ingenieros con trabajo temporal y demás personal foráneo vinculado al sector petrolero.

**Figura 2.** Ubicación Grupo VAVA



Fuente: [http://www.yopal-casanare.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&r=Mapas %20Geogr%E1ficos](http://www.yopal-casanare.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&r=Mapas%20Geogr%E1ficos)

<sup>2</sup>Fuente: <http://www.yopal-casanare.gov.co/apc-aa-files/38373637613335353231613733653633/dts1-final-2013.pdf>

<sup>3</sup><http://yopal-casanare.gov.co>

### 1.1.2 Participación en el mercado y visión del negocio

Grupo VAVA cuenta y administra un parque automotor de 23 taxis, es decir su participación en el mercado es del 3.88% dividido de la siguiente manera:

- Vehículos Propios: 8 Taxis
- Vehículos en Administración: 15 Taxis

La visión del negocio para la empresa se centra en el costo de una unidad productiva discriminado así:

Valor Cupo (Activo intangible): \$ 75.000.000.00

Valor Vehículo (Chevrolet Spark): \$ 25.000.000.00

Valor sistema de Gas vehicular tercera generación: \$ 1.800.000.00

Valor Accesorios (Forros, Tapetes, Cintas, Radio, etc.): \$ 1.000.000.00

Total Valor de la unidad productiva: **\$ 102.800.000.00**

De lo anterior se realiza el siguiente análisis:

- El 72.95% de la inversión en cada unidad productiva es intangible es decir que más del 70% de un taxi no se deprecia por el contrario en condiciones normales del mercado este se valoriza.
- La producción del taxi en su totalidad depende del 27.04% de la inversión. Desde este punto de vista Grupo VAVA, entiende como política interna la necesidad de garantizar que los vehículos trabajen 24 horas al día por 7 días a la semana.

Las oportunidades de negocio en las que participa la empresa son:

- Producción vehículos tipo taxi propios: de acuerdo al promedio histórico de la empresa, esta producción oscila entre el 2.1% y 2.5% mensual después de costos operativos en los que se incluyen los costos de mantenimiento.
- Administración de Vehículos tipo taxi: este constituye el 8% de la utilidad neta del vehículo, y le permite a pequeños propietarios optimizar la operación de los vehículos; así como la posibilidad de permitirse no invertir tiempo a aquellos propietarios que tienen otro tipo de obligaciones laborales sin poner en riesgo la inversión.
- Servicio de Lavadero vehicular; en el gremio de los taxis a nivel nacional el conductor se compromete al finalizar su turno, entregar el vehículo con el tanque de combustible lleno (Gasolina o Gas) y el vehículo lavado, debido a esto la empresa ve como oportunidad de negocio instalar un lavadero en la sede de la empresa. Servicio prestado al conductor.
- Servicio de serviteca y venta de repuestos, la empresa presta el servicio de mantenimiento mecánico las 24 horas del día a los vehículos vinculados a esta, además cuenta con una bodega de repuestos con stock mínimo lo que permite mejorar los tiempos medios para reparaciones.
- En la actualidad, la empresa Grupo VAVA adelanta trámites necesarios ante la secretaria de tránsito para la reglamentación del servicio de publicidad móvil sobre los vehículos.
- En la actualidad, la empresa adelanta trámites ante el ministerio de transporte para la licencia que le permita adquirir la frecuencia para espectro electromagnético de radiofrecuencia.

### 1.1.3 Sede Grupo VAVA

A finales del año 2012 y gracias a los resultados obtenidos hasta ese momento, la empresa decide participar en una nueva oportunidad de negocio que consiste en administrar vehículos tipo taxi, para lo cual decide construir la nueva sede de la empresa en la que se pretende prestar un servicio integro que supla todas las necesidades del gremio.

**Figura 3.** Sede Grupo VAVA



- **Zona de lavado:** En promedio en esta zona se lavan 40 vehículos diariamente incluidos los 23 vehículos tipo taxi vinculados a la empresa, para esta zona se tiene dispuesta una área de 115 m<sup>2</sup>; se compone de tres bahías de lavado una de ellas con cárcamo, un tanque para agua subterráneo de 12 m<sup>3</sup>, tanques elevados con capacidad de 3.000 lts y un cuarto de máquinas.

**Figura 4. Área de Lavado**



Equipos de la zona de lavado:

- ✓ Dos hidrolavadoras

**Motor**

Marca: Siemens

Potencia: 5Hp

Voltaje: 220 V

Corriente: 15.8 A

Velocidad de giro: 1740 RPM

Tipo de arranque: directo

**Cabezote**

Marca: Annovi

Serie: W953

Presión de succión: 7 Psi

Presión de descarga: 1500 – 2000 Psi

- ✓ Una Electrobomba  
Marca: Barnes 1"x1"  
Potencia: 1 Hp  
Voltaje: 220 V  
Corriente: 6.35 A

- ✓ Un Compresor de Aire

- **Área mantenimiento mecánico:** Área destinada para realizar mantenimientos mecánicos a los vehículos vinculados a la empresa; la empresa tiene una política de promoción para la capacitación de su mecánico a través del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, en la actualidad los mantenimientos relacionados al sistema de suspensión, refrigeración, transmisión, admisión y escape, lubricación y frenos se realizan con mano de obra interna. El mantenimiento eléctrico y latonería se realiza con mano de obra externa.

**Figura 5.** Área de Mantenimiento



- **Bodega:** Se cuenta con el min/max de los repuestos que de acuerdo al análisis de falla históricos se han detectado como críticos y/o con posibilidad de dejar fuera de servicio los vehículos vinculados a la empresa, de igual manera se cuenta con un stock de repuestos no críticos pero de alta rotación los cuales son suministrados.

**Figura 6.** Bodega de Materiales



Como se observa en la imagen no se usa ningún tipo de sistema de almacenamiento de bodega, lo que dificulta el control en inventario de estos repuestos.

- **Oficina:** La planta administrativa de la empresa opera en una oficina de 54 m<sup>2</sup>, en estas instalaciones se realiza la recepción del producido diario de los vehículos, sala de reuniones y capacitaciones, oficina de gerencia y opera el sistema de video vigilancia para el control de la zona de lavado, bodega y taller.

**Figura 7.** Oficinas Administrativas



- **Parqueadero:** En el frente de la empresa se tiene un área de parqueo para 3 vehículos mientras hacen turno para lavado y en el área interna se cuenta con suficiente espacio para parquear los vehículos cuando no están trabajando, o esperando turno para mantenimiento.

**Figura 8.** Parqueadero Externo



**Figura 9. Parqueadero interno**



El ideal en el grupo VAVA es que los vehículos trabajen las 24 horas del día, por 365 días al año, por lo tanto el parqueadero interno solo se utiliza cuando el vehículo hace turno para mantenimiento, o cuando los conductores están en algún tipo de capacitación.

## **1.2 OPERACIÓN GRUPO VAVA**

Grupo VAVA, es considera pionera en el departamento de Casanare en el modelo de administración de vehículos tipo taxi utilizado pese a sus deficiencias en la gestión de mantenimiento; la cual se adelanta de manera artesanal.

Grupo VAVA, a diferencia de la competencia de la región entiende la importancia de garantizar al conductor el respaldo permanente en mantenimiento preventivo y correctivo del vehículo, para lo cual tiene a su servicio un técnico en mantenimiento mecánico disponible las 24 horas del día.

### **1.3 MANTENIMIENTO PARQUE AUTOMOTOR**

Actualmente, Grupo VAVA limita su gestión de mantenimiento a la ejecución de un plan netamente correctivo y conservativo, es decir se apega a las recomendaciones de fábrica generando así costos de mantenimiento cercanos al 22 % de la producción bruta del vehículo debido al uso ineficaz de la vida útil de los repuestos.

La empresa realiza el mantenimiento mecánico con mano de obra interna y en sus instalaciones, sin embargo contrata con personal externo el mantenimiento eléctrico, mantenimiento correctivo del sistema de gas natural vehicular, mantenimiento del sistema de aire acondicionado y el servicio de alineación y balanceo.

Fallas de mayor reincidencia durante 2013 de acuerdo a históricos suministrados por la empresa.

- Cambio de bombillos.
- Cambio de lubricantes.
- Cambio de mangueras sistema de refrigeración.
- Graduación de frenos.
- Mantenimiento regulador sistema de gas debido a condensados.
- Cambio de radiador.
- Cambio de Moto-ventilador.
- Cambio de guaya del embrague.
- Sincronización de válvulas.
- Cambio de rodamientos y terminales.
- Cambio de amortiguadores.
- Cambio de llantas.

## **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa Grupo VAVA en la actualidad cuenta y administra un parque automotor compuesto por 23 vehículos marca Chevrolet línea Spark, los cuales circulan 24 horas al día con un recorrido promedio de 400 km diarios en el casco urbano de la ciudad de Yopal.

Actualmente la empresa trabaja sobre un plan de mantenimiento conservativo, limitando las labores de mantenimiento exclusivamente a las especificaciones suministradas por el fabricante (Chevrolet), ocasionando así costos elevados de mantenimiento como consecuencia del uso ineficaz de la vida útil de los repuestos, adicionalmente la empresa no lleva un control sistemático de los indicadores de mantenimiento (disponibilidad, confiabilidad, tiempos medios de reparación, tiempos medios entre reparaciones), lo que imposibilita el control y evaluación técnica de las estrategias de mantenimientos adoptadas por la empresa.

A pesar de su experiencia en el mercado Grupo VAVA, no cuenta con un modelo de criticidad establecido que evalúe cada subsistema de los vehículos, permitiendo así controlar y optimizar el stock de repuestos en bodega, mejorar los tiempos medios de reparación, disminuir las pérdidas de producción debido a la inexistencia en bodega de los repuestos adecuados e implementar sistemas de mantenimiento adecuados e independientes para cada subsistema del vehículo.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general:**

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento adecuado para el parque automotor de vehículos tipo taxi de la empresa casanareña Grupo VAVA.

### **1.5.2 Objetivos específicos:**

- Realizar un diagnóstico para identificar los sistemas críticos de los vehículos.
- Definir el plan de mantenimiento adecuado para los diferentes sistemas que conforman los vehículos.
- Diseñar un modelo para manejo de inventarios de repuestos.
- Caracterizar un sistema de información adecuado que cumpla con las necesidades específicas de la empresa Grupo VAVA.
- Establecer la proyección de los costos del plan de mantenimiento diseñado para identificar sus ventajas en la implementación.

### **1.6 JUSTIFICACIÓN**

La implementación de un plan de mantenimiento adecuado para empresas en el sector del transporte es fundamental para la optimización de los recursos y la prolongación de la vida útil de los activos (vehículos) de la empresa Grupo VAVA.

Al implementar este plan de mantenimiento se espera mejorar sustancialmente la productividad de la empresa Grupo VAVA mejorando la competitividad de esta frente a las demás empresas que participan en este nicho de mercado.

Con la caracterización del sistema de información se busca obtener un registro histórico y ordenado del parque automotor de la empresa Grupo VAVA,

optimizando de esta manera el plan de mantenimiento y monitoreando de manera adecuada los indicadores de gestión de mantenimiento.

Con el modelo de inventarios se espera determinar un min/max óptimo de repuestos que optimicen los costos de oportunidad en los que incurre la empresa Grupo VAVA.

## 2 MARCO TEORICO

### 2.1 MANTENIMIENTO

Es la actividad científica cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad con calidad de todos los bienes.<sup>4</sup>

Podemos definir mantenimiento como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener un equipo en estado en operación, libre de fallas, averías y que siga prestando continuamente el servicio para el cual fueron diseñados.

“La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), define el mantenimiento como un conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión”<sup>5</sup>.

### 2.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

---

<sup>4</sup>BORRAS, Carlos. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Principios de Mantenimiento. Pág. 15

<sup>5</sup>BOUCLY, Francis, *Gestión del mantenimiento*, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid-España-1998, p. 19.

La evolución de las técnicas de mantenimiento a lo largo de la historia la podemos clasificar por generaciones.

**Figura 10.** Evolución de las técnicas de mantenimiento



Fuente: <http://www.talgo.com/index.php/es/evolucion.php>

Primera generación: Mantenimiento correctivo a falla. Se consideraba correcto operar el equipo hasta que su funcionamiento fuera defectuoso para intervenir el mismo.

Segunda generación: Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada utilizando grandes ordenadores.

Tercera generación: Se implanta el mantenimiento por condición. Es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.

Cuarta generación: Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y de la organización y ejecución del departamento de mantenimiento.

## **2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

### **2.3.1 Mantenimiento correctivo**

Consiste en dejar que un equipo funcione hasta que este mismo ya no lo pueda hacer más y sea sometido a una reparación para corregir la falla que presentó habilitándolo hasta que vuelva a fallar y así sucesivamente.

Justificaciones del mantenimiento correctivo:

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso
- El equipo tiene gemelo
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo<sup>6</sup>

### **2.3.2 Mantenimiento progresivo**

Se realiza con cierta planeación y organización según recomendaciones del fabricante y experiencia propia.

Actividades más comunes realizadas en un mantenimiento progresivo:

- Limpieza
- Revestimientos, otros<sup>7</sup>
- Apriete de tuercas
- Lubricación
- Cambio de correas y otros
- Empaques y sellos

---

<sup>6</sup>BORRAS, Carlos. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Principios de Mantenimiento. Pág. 58

<sup>7</sup>BORRAS, Carlos. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Principios de Mantenimiento. Pág. 59

### **2.3.3 Mantenimiento programado**

Consiste en desmantelar totalmente un equipo o toda una planta para hacerle limpieza, revisión y mantenimiento general. Puede realizarse en un momento determinado o esperar que el equipo falle por alguna razón o se acumule cierta cantidad de trabajo.

El mantenimiento programado (eliminando el desmantelamiento total) es adecuado para plantas de procesos unitarios, equipos dobles y maquinaria de proceso no crítico pero de todas formas estos deben incluirse en los programas de M.P.

### **2.3.4 Mantenimiento preventivo**

Es el mantenimiento que se realiza a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los equipos.

El M.P. al considerar la fábrica en forma integral no es una tarea exclusiva del personal de mantenimiento sino que abarca a todo el personal de la empresa. Un programa de M.P. debe incluir:

- Una inspección periódica de las instalaciones para determinar posibles defectos de los equipos que puedan ocasionar daños mayores.
- La realización del mantenimiento oportuno y adecuado para corregir los defectos registrados evitando que lleguen a ocasionar daños mayores.

A continuación se describen las ventajas del mantenimiento preventivo (M.P.):

- Disminución del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones de gran escala.

- Menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.
- Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla (mantenimiento proactivo) debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipos debido a su mejor conservación y aumento de la vida probable.
- Menor necesidad de equipo en operación por los mayores rendimientos.
- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra.
- Mejor control del trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.<sup>8</sup>

A continuación se muestran los problemas básicos del M.P.

- Indiferencia de los directivos frente a los beneficios de la planificación.
- Resistencia al cambio (siempre se puede hacer mejor).
- Demanda excesiva, temporal o permanente, de producción.
- Falta comprensión y cooperación de la alta gerencia.

### **2.3.5 Mantenimiento predictivo**

Es el mantenimiento planificado y programado con base en el estado o condición.<sup>9</sup>

Procedimientos del mantenimiento predictivo:

- Cromatografía de aceites y otros filtros.
- Medida y análisis de vibraciones en máquinas rotativas.

---

<sup>8</sup>BORRAS, Carlos. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Mantenimiento Preventivo. Pág. 4

<sup>9</sup>JARAMILLO, Julián. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Teoría de la Predicción. Pág. 5

- Comportamiento térmico y termografía de rayos infrarrojos.
- Medidas dialécticas en aparatos eléctricos.
- Medición de espesores de paredes y revestimientos de reactores.
- Análisis de gases de combustión.
- Otros: presión, velocidad.

Ventajas del mantenimiento predictivo:

- A pesar de requerir altas inversiones iniciales a largo plazo es más económico.
- Disminuye substancialmente las fallas imprevistas.
- Disminuye el costo de inspecciones.
- Disminuye costos de aseguramiento de equipos.

### **2.3.6 Mantenimiento productivo total (TPM)**

El TPM es un sistema desarrollado en Japón partiendo por el concepto de mantenimiento preventivo, esta es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que unidas ayudan a mejorar la competitividad de una organización.

El TPM es un sistema enfocado a lograr:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero averías.
- Cero perdidas.

Las características más importantes brindadas por el TPM son:

- La realización de mantenimiento en todas diferentes etapas de vida de un equipo.

- Es visto como una estrategia global de la organización y no como un sistema para preservar y mantener equipos.
- Enfoque de mejora en la efectividad global de todas las operaciones de la organización y no solo de prestar atención al funcionamiento de los equipos
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización del conocimiento que posee el personal acerca de los procesos.

#### Beneficios organizativos con TPM

- Mejor control de las operaciones.
- La creación de una cultura de trabajo basado en responsabilidad, disciplina y creatividad.
- Comunicación eficaz.

#### Beneficios en seguridad industrial con TPM

- Cultura en prevención de eventos negativos para la integridad de los empleados.
- Una mejor capacidad de identificación de problemas potenciales.

#### Beneficios en productividad con TPM

- Reducción de costes de mantenimiento.
- mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- mejora de la calidad del producto final.

## **2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa. Los elementos que interactúan entre si son: el recurso humano, los datos información fuente,

programas ejecutados por las computadoras, las telecomunicaciones y los procedimientos de políticas y reglas de operación.<sup>10</sup>

Características de los sistemas de información:

- Entrada de información.
- Almacenamiento de información.
- Procesamiento de información.
- Salida de información.

Componentes de un sistema de información:

- Entradas.
- Modelos.
- Salidas.
- Tecnología.
- Base de Datos.
- Controles.

#### **2.4.1 Sistemas de información de mantenimiento (CMMS)**

Un sistema de información de mantenimiento (CMMS) es una base de datos computarizada diseñada para optimizar el manejo de la gestión del mantenimiento y las actividades de recuperación de activos mediante el uso de procedimientos estandarizados para documentar y dar prioridad a las instalaciones y necesidades de equipo y reportar los logros.

Características fundamentales de un sistema de información en mantenimiento.

- Capacidad para poyar las principales actividades en el proceso del mantenimiento.
- Capacidad de configuración del software y el hardware.

---

<sup>10</sup>FUENTES, David. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Sistemas de Información en Mantenimiento. Pág. 1

La utilización de un sistema de información de mantenimiento brinda grandes beneficios como son:

- La reducción de costos y el aumento de la eficacia de la función de mantenimiento.
- Mejora la fiabilidad, disponibilidad y alargamiento del ciclo de vida de las instalaciones.
- Aumento de la seguridad integral.
- Reducción de stocks de repuestos.
- Mejora la disponibilidad de información sobre el mantenimiento.

### 3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA

Para mejorar la disponibilidad de la flota del grupo VAVA es importante conocer las condiciones en las que se operan normalmente los vehículos, así como identificar los tipos de fallas más frecuentes y su vez analizar las características y condiciones de cada uno de los sistemas con el fin de sacar el mejor provecho de la información consultada y formular un plan de mantenimiento acorde a la necesidades de la empresa.

#### 3.1 DISPONIBILIDAD DE VEHÍCULOS TAXI

Debido a que en el tipo de negocio de la empresa de transporte público tipo taxi, no entra en consideración la posibilidad de tener un vehículo en reserva, por el hecho de que todo equipo debe generar unos ingresos mínimos diarios, sin importar si es propio de la empresa o administrado, por lo tanto el ideal es que se debe mantener una disponibilidad mínima del 99% y atribuyendo ese 1% perdido al tiempo que dura el equipo detenido por mantenimiento preventivo.

Sin embargo en los últimos dos años los vehículos han tenido una disponibilidad promedio del 91,6%, debido a los mantenimientos correctivos.

**Tabla 1.** Disponibilidad 2013

DISPONIBILIDAD POR VEHÍCULO 2013													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	% AÑO
MY 002	91,7	99,3	94,1	93,7	90,2	90,8	90,7	90,1	97,3	90,1	95,4	95,9	93,3
MY 115	91,4	96,3	94,6	90,8	91,9	88,5	95,0	97,3	90,4	90,7	96,0	95,6	93,2
MY 123	90,7	90,5	94,8	95,6	91,1	90,5	90,3	96,7	96,4	87,1	96,0	89,4	92,4
MY 132	91,0	92,3	92,6	91,2	90,8	90,7	87,2	90,4	86,7	91,1	96,2	90,4	90,9
MY 220	92,7	91,6	90,1	90,3	90,5	90,8	88,9	89,7	91,7	90,6	90,1	90,2	90,6
MY 237	95,8	87,5	90,7	88,9	91,2	92,9	89,8	89,1	90,3	92,0	89,9	90,4	90,7
MY 270	93,2	91,6	89,7	91,3	90,7	91,0	88,5	90,8	90,4	89,1	90,4	91,1	90,7
MY 274	91,7	91,8	88,9	88,6	90,4	90,4	89,9	90,7	90,3	90,4	91,1	89,9	90,3
MY 292	89,5	90,1	91,8	92,8	89,2	88,8	89,5	90,1	91,3	91,9	90,9	92,4	90,7
MY 303	92,4	96,8	96,4	96,2	96,1	96,8	95,7	90,8	90,9	90,9	90,8	89,6	93,6
MY 394	91,6	90,4	89,7	90,9	90,8	93,9	96,8	94,8	96,9	96,3	95,6	97,1	93,7
MY 403	96,9	97,8	96,1	97,3	90,1	91,3	91,6	90,3	90,2	91,1	90,4	90,2	92,8
MY 413	90,3	91,7	91,4	90,3	92,8	89,3	91,4	90,2	90,7	91,8	91,1	91,5	91,0
MY 466	90,8	89,4	90,7	91,5	90,4	90,8	89,5	90,6	91,8	90,1	89,5	90,7	90,5
MY 519	90,8	89,6	88,8	90,8	90,7	88,8	90,6	90,4	91,0	90,1	88,4	89,2	89,9
% MES	92,0	92,4	92,0	92,0	91,1	91,0	91,0	91,5	91,8	90,9	92,1	91,6	91,6

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 11. Disponibilidad 2013**



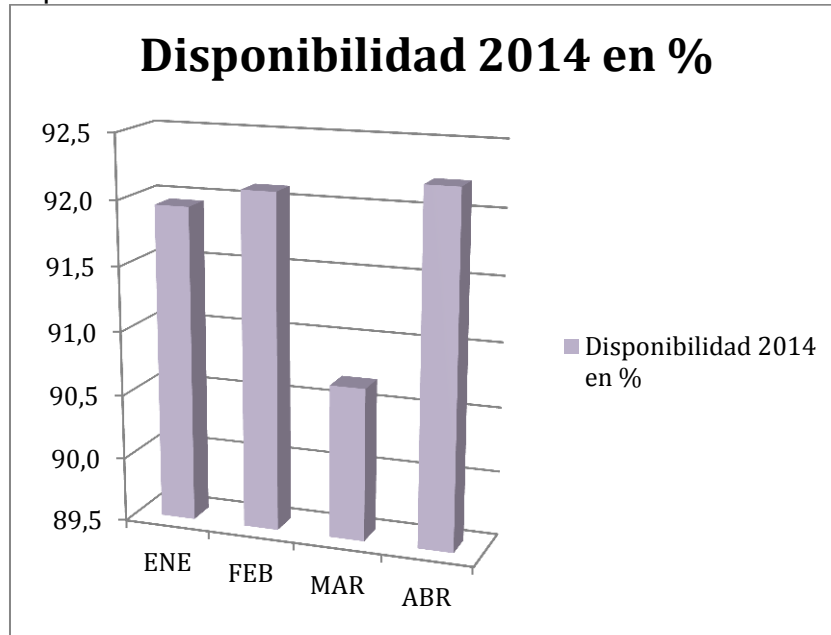
Fuente: Grupo VAVA

**Tabla 2. Disponibilidad 2014**

DISPONIBILIDAD POR VEHÍCULO 2014					
	ENE	FEB	MAR	ABR	% AÑO
MY 002	90,7	89,1	90,3	91,2	90,3
MY 115	89,1	94,8	89,4	90,1	90,9
MY 123	93,2	91,7	91,3	90,4	91,7
MY 132	88,7	90,1	88,3	93,9	90,3
MY 220	87,8	96,1	89,1	92,3	91,3
MY 237	92,8	91,4	89,7	90,1	91,0
MY 270	91,2	89,7	85,7	91,6	89,6
MY 274	94,9	92,1	89,1	93,0	92,3
MY 292	96,8	96,8	96,1	96,2	96,5
MY 303	94,5	90,8	92,6	92,1	92,5
MY 394	93,3	90,1	87,4	96,7	91,9
MY 403	92,4	91,3	95,7	91,7	92,8
MY 413	92,4	93,4	92,1	90,3	92,1
MY 466	89,7	90,4	89,8	93,4	90,8
MY 519	91,7	93,7	93,7	90,3	92,4
% MES	91,9	92,1	90,7	92,2	91,7

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 12. Disponibilidad 2014**



Fuente: Grupo VAVA

Como se puede evidenciar en las tablas el promedio de disponibilidad de los dos últimos años tomando una muestra de 15 taxis, está entre el 91,6% y 91,7%, por lo tanto la meta para el grupo VAVA es aumentar la disponibilidad hasta un 99%, mejorando el plan de mantenimiento preventivo y evitando que los equipos tengan parada no programadas que afecten este indicador.

### **3.2 ANÁLISIS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS**

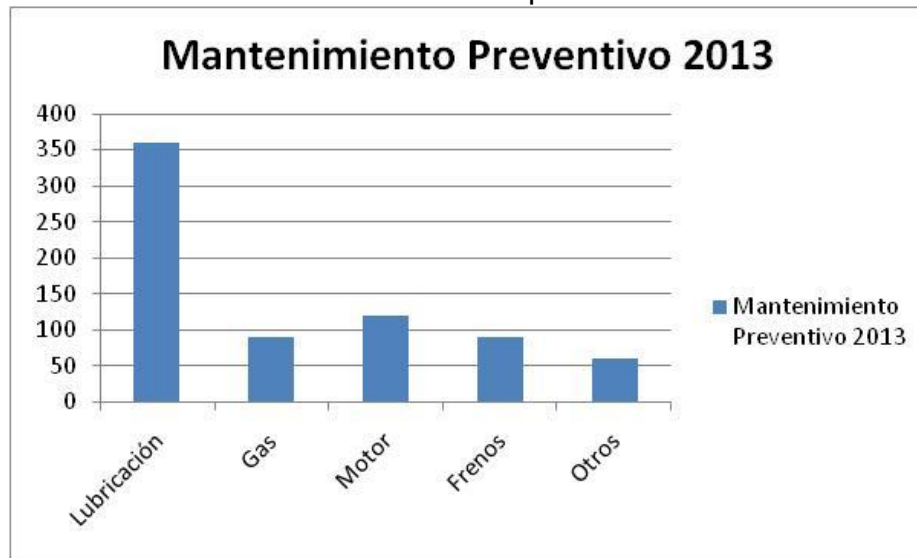
Según los datos recopilados en los últimos dos años se han realizado una serie de mantenimientos preventivos enfocados básicamente en el manual del fabricante y en las experiencias propias que se han presentado de las cuales han quedado una serie de lecciones aprendidas. Sin embargo es necesario realizar un análisis de estos datos históricos, con el fin de adecuar el plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 3.** Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2013

Mantenimiento Preventivo	
Lubricación	360
Gas	90
Motor	120
Frenos	90
Otros	60

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 13.** Total Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2013



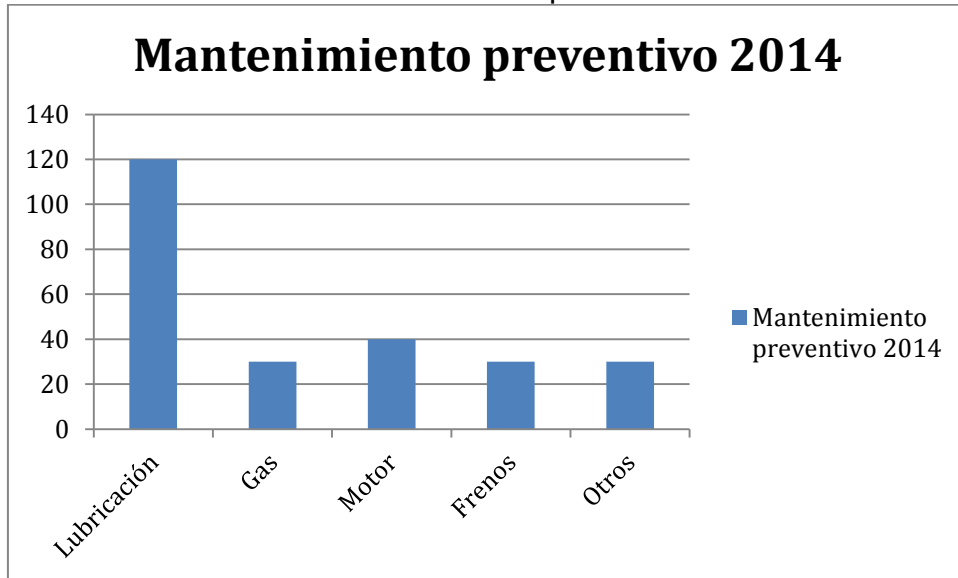
Fuente: Grupo VAVA

**Tabla 4.** Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2014

Mantenimiento Preventivo	
Lubricación	120
Gas	30
Motor	40
Frenos	30
Otros	30

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 14.** Total Mantenimientos Preventivos por Sistemas 2014



Fuente: Grupo VAVA

Los datos de las anteriores tablas y gráficas indican la cantidad de mantenimientos preventivos que se presentan en el año, donde básicamente en los sistemas de lubricación y frenos se siguen las recomendaciones del fabricante, en el sistema de gas se siguen las recomendaciones del proveedor del sistema de gas y en cuanto al sistema del motor se siguen las recomendaciones del proveedor del sistema de gas, con el fin de mantener en buen estado el sistema de combustión a gasolina y evitar que se dañe por falta de uso.

### **3.3 ANÁLISIS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS**

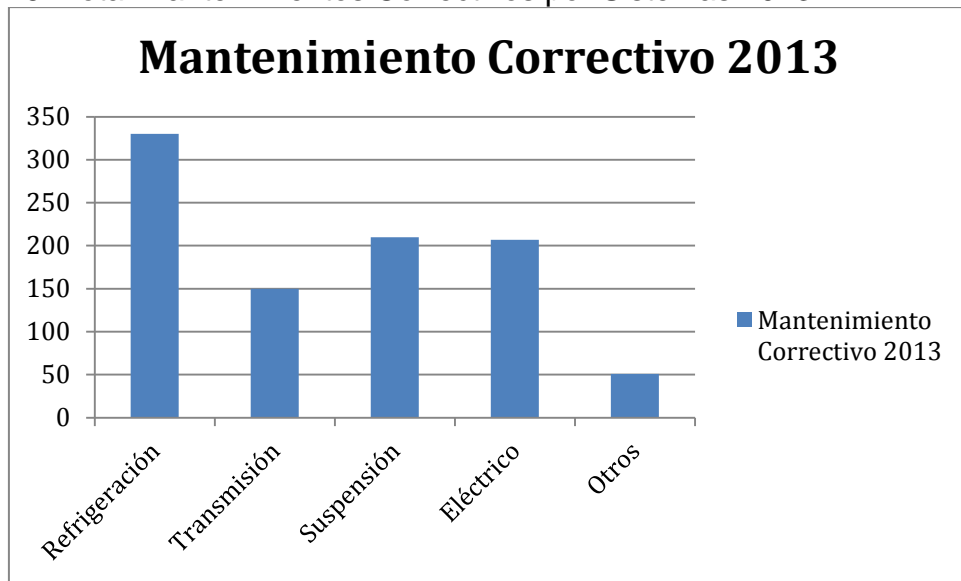
Este tipo de mantenimiento presenta una cifra alta de ocurrencia debido a la cantidad de mantenimientos no previstos que presentan, primero por causa de una mala operación o fallas mecánicas del vehículo y segundo por causa de colisiones o estrelladas.

**Tabla 5.** Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2013

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
Refrigeración	330
Transmisión	150
Suspensión	210
Eléctrico	207
Otros	51

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 15.** Total Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2013



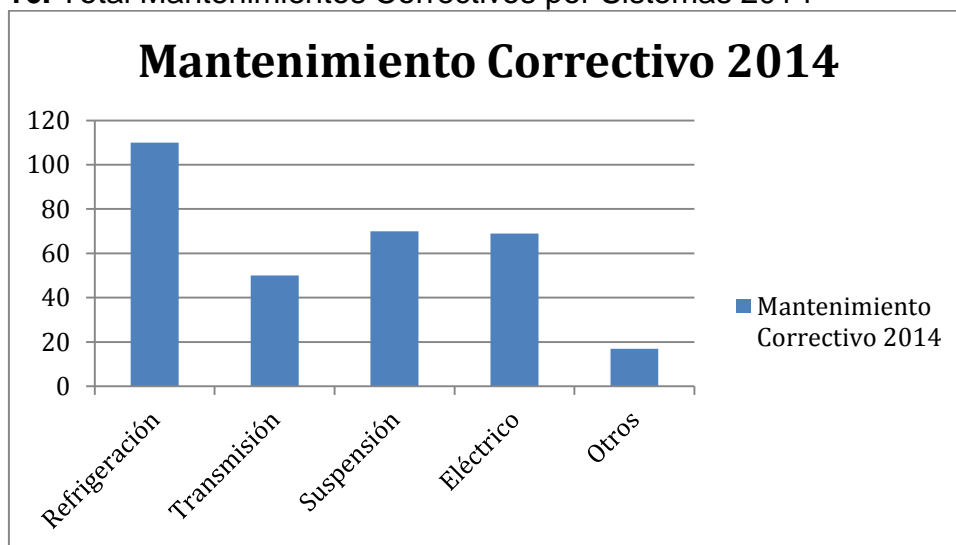
Fuente: Grupo VAVA

**Tabla 6.** Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2014

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
Refrigeración	110
Transmisión	50
Suspensión	70
Eléctrico	69
Otros	17

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 16.** Total Mantenimientos Correctivos por Sistemas 2014



Fuente: Grupo VAVA

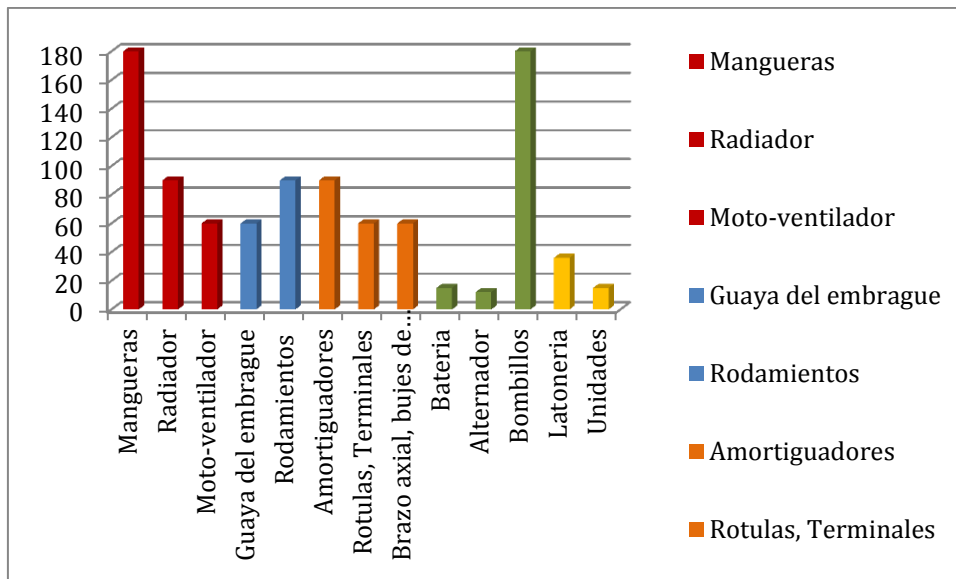
Como se puede evidenciar en las tablas, la cantidad de mantenimientos correctivos que más se practicaron durante los últimos dos años están en el sistema de refrigeración, mientras que los sistemas de transmisión, suspensión y eléctrico, tienen un promedio de falla casi igual.

**Tabla 7.** Discriminación de Mantenimiento Correctivo 2013

Sistema	Fallo	Cantidad
Refrigeración	Mangueras	180
Refrigeración	Radiador	90
Refrigeración	Moto-ventilador	60
Transmisión	Guaya del embrague	60
Transmisión	Rodamientos	90
Suspensión	Amortiguadores	90
Suspensión	Rotulas, Terminales	60
Suspensión	Brazo axial, bujes de tijeras	60
Eléctrico	Batería	15
Eléctrico	Alternador	12
Eléctrico	Bombillos	180
Otros	Latonería	36
Otros	Unidades	15

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 17. Discriminación de Mantenimiento Correctivo 2013**



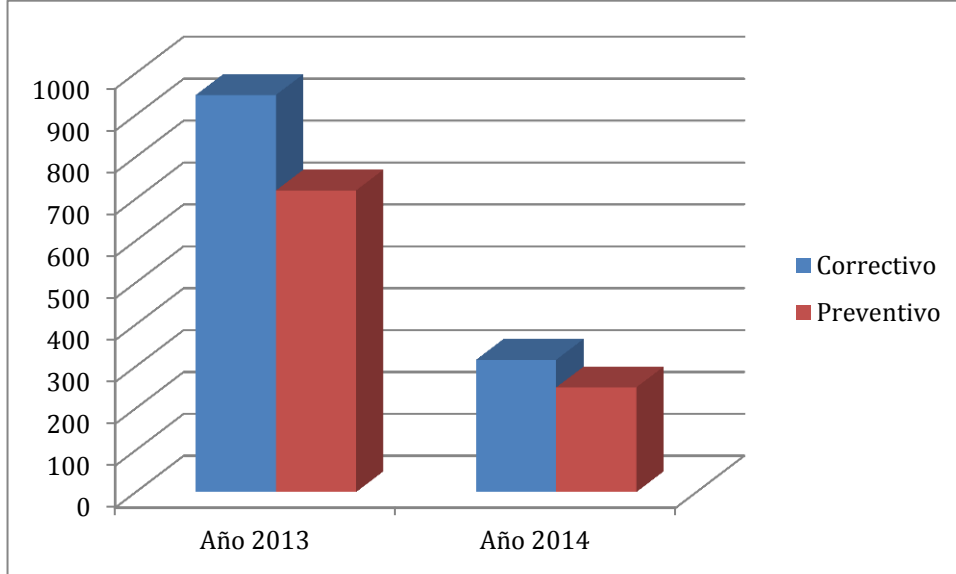
Fuente: Grupo VAVA

En la gráfica anterior, se discrimina la cantidad de daños en cada uno de los sistemas y evidenciamos que la mayoría de correctivos se presentan en los bombillos y mangueras del sistema de aire, sin embargo y aunque no parezcan críticos, cada uno de fallos se deben reparar en el menor tiempo posible, por otro lado los fallos de menor ocurrencia también se presentan en el sistema eléctrico, y de igual manera se deben reemplazar o reparar en el menor tiempo posible.

### 3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

En la Figura 18, se realiza una comparación entre la cantidad de mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos de los dos últimos años, tomando como muestra los mismos 15 vehículos que se habían tomado anteriormente.

**Figura 18. Relación entre Mantenimiento Preventivo y Correctivo**



Fuente: Grupo VAVA

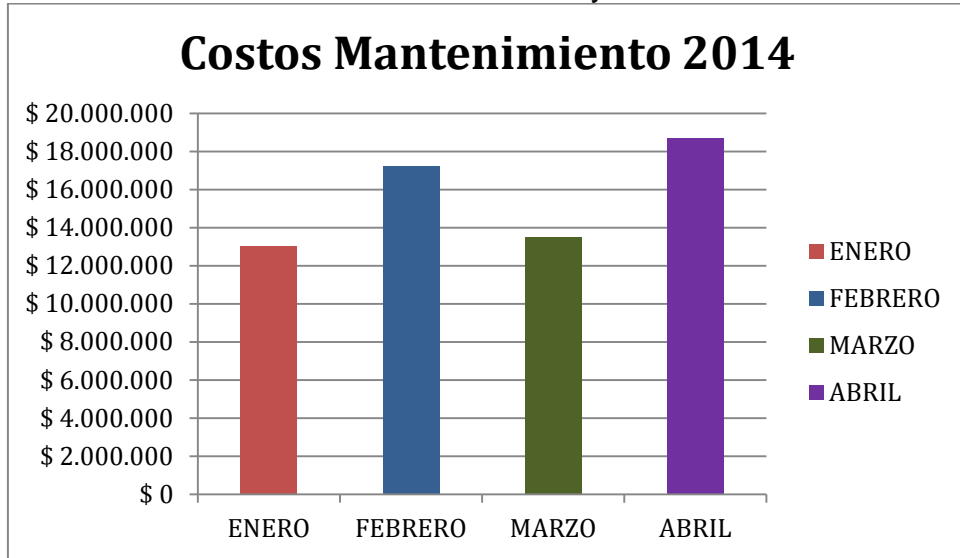
Analizando los resultados de la Figura 18, se puede ver que la cantidad de mantenimientos correctivos en el año 2013 es mucho mayor que la cantidad de mantenimientos preventivos, y para el año 2014 la tendencia es la misma aunque solo se tienen datos de los 4 primeros meses. Estos resultados no dan una indicación de que hay que mejorar el mantenimiento preventivo en el grupo VAVA con el fin de disminuir la cantidad de fallos.

### **3.5 COSTOS DE MANTENIMIENTO**

En el grupo VAVA los costos de mantenimiento no se ven como un gasto sino como una inversión en la protección de los equipos y un seguro de producción. Básicamente se maneja este concepto porque el grupo VAVA no vende un producto en sí, sino que ofrece un servicio. En la ciudad de Yopal el servicio de transporte en taxi es muy competitivo y grupo VAVA siempre ha destacado por ofrecer un servicio con calidad y una de las formas de lograr esto, es invirtiendo en el mantenimiento de los equipos, puesto que en sí, la buena presentación y el buen funcionamiento del vehículo, son la carta de presentación ante los clientes.

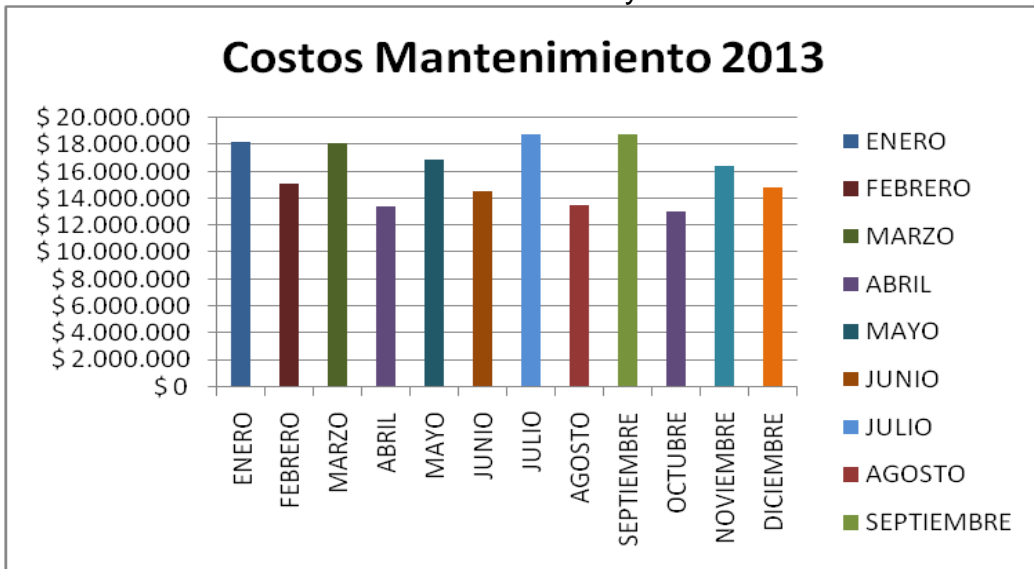
En grupo VAVA los costos de mantenimiento se llevan de acuerdo a la cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos que se le realizan a los vehículos, sin embargo estos no incluyen los costos de inventarios ni los costos por pérdidas de producción.

**Figura 19.** Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo 2014



Fuente: Grupo VAVA

**Figura 20.** Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo 2013

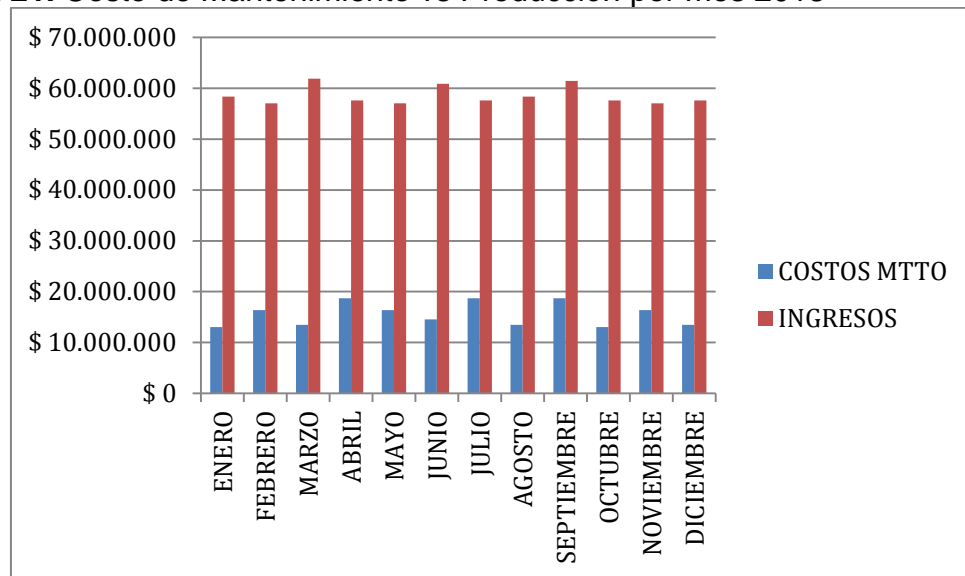


Fuente: Grupo VAVA

Como se puede ver en las gráficas anteriores los costos por mantenimientos preventivos y correctivos para una muestra de 15 taxis durante los últimos dos años, supera los 12 millones de pesos mensuales y puede llegar hasta los 18 millones de pesos dependiendo del tipo de fallos en los vehículos. Con esta tendencia se observa que proyección realizar para los meses que vienen.

Sin embargo estos valores no concluyen nada, excepto que se haga una comparación con el total de los ingresos para verificar qué tan costoso está siendo el mantenimiento y cuanto está afectando los ingresos.

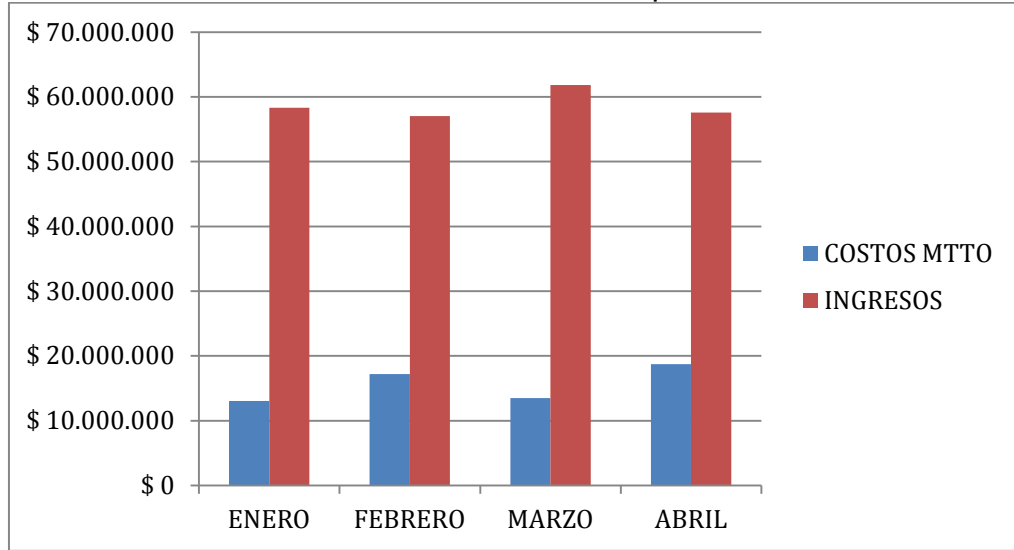
**Figura 21.** Costo de Mantenimiento vs Producción por mes 2013



Fuente: Grupo VAVA

En el año 2013 los costos de mantenimiento estuvieron en un promedio de un 25% mensual sobre el total de la producción, aunque como se mencionó anteriormente esto no incluye los costos por pérdidas de tiempo por causa de fallos.

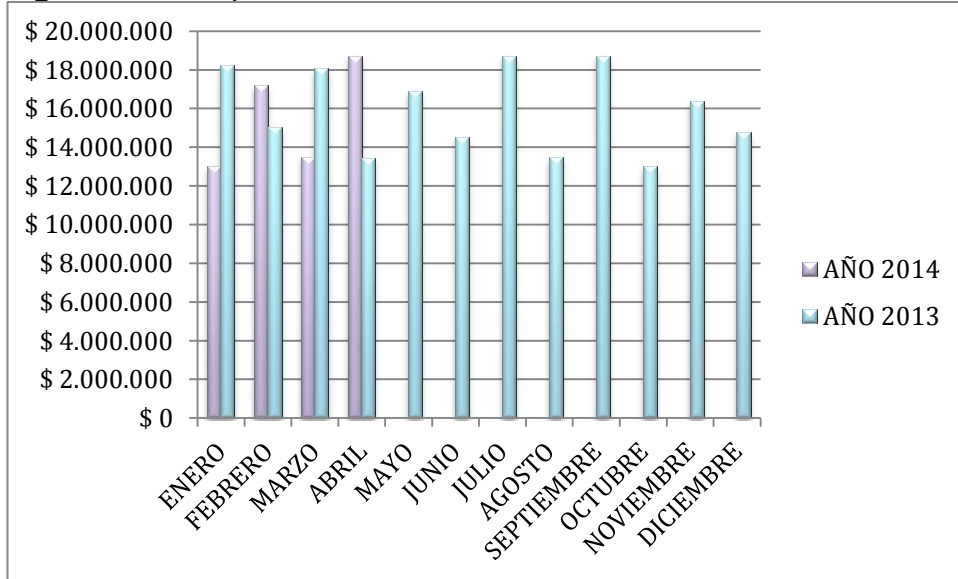
**Figura 22. Costo de Mantenimiento vs Producción por mes 2014**



Fuente: Grupo VAVA

En el año 2014 prácticamente se mantiene la misma tendencia del 2013, aunque cabe destacar en la figura 22, que entre menor es el costo de mantenimiento, mayor es la producción, esto obedece a que el equipo está menos tiempo detenido.

**Figura 23. Comparación 2013-2014**



Fuente: Grupo VAVA

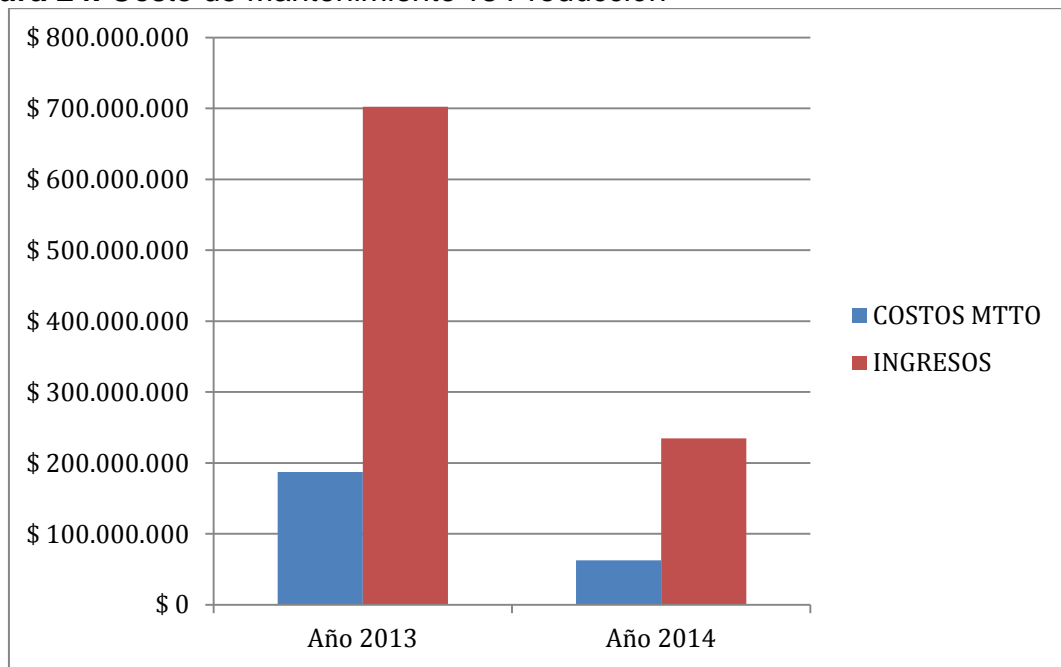
En la anterior gráfica se puede ver una comparación de los costos en el 2013 y 2014 en los 4 primeros meses, con lo cual se concluye que no existe un patrón de costos en los mismos meses, sin embargo se puede apreciar que si en determinado mes los costos disminuyeron, al mes siguiente se incrementan, y de igual forma al siguiente disminuyen de nuevo y así sucesivamente.

**Tabla 8.** Costo Mantenimiento vs Producción

	<b>Año 2013</b>	<b>Año 2014</b>
<b>COSTOS MTTO</b>	\$ 187.156.012	\$ 62.451.853
<b>INGRESOS</b>	\$ 702.175.500	\$ 234.768.100

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 24.** Costo de Mantenimiento vs Producción



Fuente: Grupo VAVA

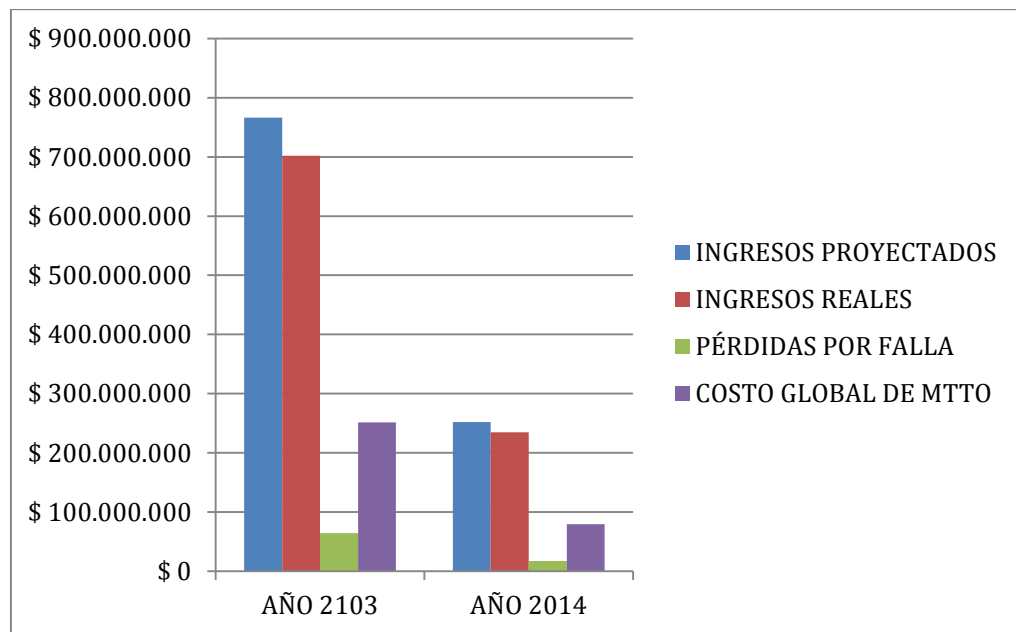
La figura anterior, confirma que el costo de mantenimiento preventivo y correctivo en los año 2013 es aproximadamente el 25% de los ingresos por producción.

**Tabla 9.** Costo Global de Mantenimiento

	<b>AÑO 2103</b>	<b>AÑO 2014</b>
<b>INGRESOS PROYECTADOS</b>	\$ 766.500.000	\$ 252.000.000
<b>INGRESOS REALES</b>	\$ 702.175.500	\$ 234.768.100
<b>PÉRDIDAS POR FALLA</b>	\$ 64.324.500	\$ 17.231.900
<b>COSTO GLOBAL DE MTTO</b>	\$ 251.480.512	\$ 79.683.753

Fuente: Grupo VAVA

**Figura 25.** Costo Global de Mantenimiento.



Fuente: Grupo VAVA

Por último se puede ver que las pérdidas por parada están en aproximadamente un 8% del total de la producción, por ende el costo total del mantenimiento es del 33% del total de la producción.

### **3.6 CAUSAS DE FALLAS FRECUENTES.**

Con el fin de encontrar las causas de falla más frecuentes, se hizo una revisión a los vehículos que estaban en operación (funcionamiento) en el momento de

entrega de turno, para encontrar posibles soluciones y ayudar a determinar el mejor plan de mantenimiento.

En una muestra de 10 taxis, se encontraron que 6 presentan rayones y golpes en el bomper delantero, las puertas y en la parte trasera; estos rayones aunque parezcan leves afecta la calidad del servicio.

**Figura 26.** Golpe en bomper, capó y lateral derecho.



En la Figura 26, se observa el vehículo golpeado, para la empresa el sistema de latonería se considera crítico debido a que el tiempo medio de reparación es alta y no se tiene control de este debido a que los correctivos se realizan con una empresa externa, por esta razón se sugiere tener recambios de stock de los componentes con mayor riesgo de acuerdo a históricos. Este recambio será utilizado solo durante el tiempo que demore la reparación de la pieza original del carro.

Piezas sugeridas como stock para recambio:

- 4 puertas
- Bomper delantero y trasero
- Guardabarros izquierdo y derecho
- Unidades delanteras (Luz)
- Capo

**Figura 27.** Cambio de tanques plásticos por aluminio al radiador



Como se observa en la figura 27 el daño en los tanques plásticos del radiador se presenta frecuentemente debido a su cristalización como consecuencia del leve pero permanente incremento de temperatura en la operación de vehículo con gas natural; por esta razón se reemplazan estos tanques por unos en material de aluminio, se observa el incremento de la confiabilidad del sistema refrigeración del 9%.

**Figura 28.** Tanque de almacenamiento cristalizado circuito de refrigeración



En la Figura 28 se observa el tanque de almacenamiento cristalizado, esta falla pese a que no es frecuente ocasiona que el vehículo quede fuera de servicio; por esta razón y de acuerdo a frecuencias de falla históricas se sugiere realizar seguimiento y cambio en las rutinas de mantenimiento preventivo.

**Figura 29.** Manguera desgastada sistema de gas natural vehicular



En la figura 29, se observa el deterioro en el que se encuentra una manguera del regulador de gas combustible, este evento se observa frecuentemente tanto en el sistema de combustible como de refrigeración, por lo que de acuerdo al histórico de fallas y especificaciones de fabricante se sugiere programar su cambio de manera preventiva.

**Figura 30.** Ducto hacia filtro de aire en mal estado



En la Figura 30 se puede apreciar el daño en el ducto que conduce el aire hacia el filtro, este daño está relacionado con las malas prácticas de mantenimiento para el cambio de radiadores, moto ventiladores y aceite, en las cuales se requiere retirar el elemento afectado junto con el compartimiento del filtro; por esta razón se considera relevante implementar los procedimientos escritos asociados a las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo.

**Figura 31:** Desgaste inadecuado de las llantas



En la Figura 31 se observa el inadecuado desgaste al que se someten las llantas debido al deficiente seguimiento por parte del conductor en relación a la presión de la llanta, alineación y balanceo; este desgaste equivale a un sobre costo cercano al 45% del valor de la llanta de acuerdo al análisis de la información recopilada. Por esta razón se sugiere implementar rutinas de servicios de mantenimiento primario a cargo de conductor y supervisado por el personal técnico.

## 4 PLAN DE MANTENIMIENTO

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el análisis de la información recopilada y una vez identificadas las falencias de la empresa en su gestión de mantenimiento se plantea el diseño del plan de mantenimiento que se adapta a las necesidades específicas del gremio y la empresa, con el fin de garantizar una mayor disponibilidad e identificar fallas recurrentes y sistemas críticos.

Se propone implementar un programa de mantenimiento preventivo, el cual consta de recetas de mantenimiento programadas y actividades específicas en base a las condiciones de topografía del terreno, sistema de combustible, necesidades de confort en el servicio, pérdidas de producción debido a la disponibilidad y correctivos mayores.

Las actividades de mantenimiento involucran activamente al conductor de turno en la inspección diaria, detección de ruidos anormales, revisión de nivel de fluidos y lubricantes, de igual manera, por política de la empresa el conductor debe hacer presencia y prestar apoyo al técnico mecánico al momento de realizar los mantenimientos del vehículo, buscando de esta manera replicar los conocimientos técnicos al conductor.

Las rutinas de mantenimiento mecánico del sistema de refrigeración, suspensión, lubricación, motor, frenos, admisión, escape, transmisión y algunas rutinas relacionadas con el sistema de gas vehicular están a cargo del técnico mecánico de la empresa.

I= Inspeccionar, de ser necesario corrija, limpie, ajuste o reemplace.

R= Remplace o cambie

**Tabla 10. Formato Plan de Mantenimiento Preventivo**

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CHEVROLET SPARK</b>																									
INTERVALOS DE SERVICIO (De acuerdo a fabricante e historico de falla)	KILOMETROS X 1000																								
	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>																									
Filtro de aceite motor	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Lubricante motor	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Valvulina Transmisión			I		R			I		R			I		R			I		R			I		R
Sensor de presión de aceite		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>																									
Mangueras sistema de refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Tanque reposición refrigerante	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Tapa tanque reposición refrigerante	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I
Moto-ventilador	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I
Bomba de agua							I							I							I				R
Termostato					R					R					R					R					R
<b>MOTOR</b>																									
Correa de repartición							R								R								R		
Calibración de válvulas				I				I					I						I						I
Inspección de fugas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Correa alternador	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R
correa cmpresor A.A	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
Bujías	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I
instalación de alta	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>																									
Guaya de embrague	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kit de embrague															R										
Presión de aire ruedas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Alineación y balanceo	INSPECCIONAR Y CORREGIR CUANDO SE DETECTEN CONDICIONES ANORMALES																								
Guardapolvo	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cuerpo de aceleración					I					I					I					I					I
rotación ruedas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>SISTEMA DE FRENO</b>																									
Líquido de freno	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	R
Pastillas de freno		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
Zapatas y tambores de freno		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
Freno de mano		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
Bandas Traseras		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>																									
Filtro de combustible (Gasolina)					R					R					R					R					R
Filtro de Aire	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Regulador Gas vehicular				I																					
Mezclador Gas-Aire				I																					
Emulador de inyectores				I																					
Rele corte bomba gasolina				I																					
Llave conmutador				I																					
Valvula de llenado				I																					
<b>CHASIS Y CARROCERIA</b>																									
Tubo de escape y montaje	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Pernos ruedas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
cinturon de seguridad y hebillas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Golpes y novedades de pintura	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>																									
Luces	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
sistema de arranque	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Alternador	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Batería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

## 4.1 PLAN DE ACCIÓN

A continuación, se desarrolla plan de acción para el mantenimiento de vehículos tipo taxi, vinculados a la empresa Grupo VAVA

**Tabla 11.** Plan de Acción

PLAN DE ACCIÓN				
	MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS TIPO TAXI			
	FECHA 28 DE MAYO DE 2014		ELABORADO POR: LEONARDO VARGAS - TOMAS ALFARO	
ESTRATEGIA	PROGRAMAS	ACCIONES INMEDIATAS	RECURSOS NECESARIOS	RESPONSABLE
Elaborar procedimientos escritos y análisis de trabajo seguro (AST) para las actividades de mantenimiento preventivo y correctivos desarrolladas en la empresa.	Realizar control y verificación en la aplicación de los procedimientos elaborados, firmados y aprobados por la administración.	Determinar y capacitar el personal que ejecutara estas actividades de mantenimiento	Recurso Humano	Administrador
Seleccionar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento CMMS que permita realizar control a los indicadores de disponibilidad, confiabilidad, tiempos medios entre reparaciones y para reparaciones, control en las solicitudes de mantenimiento e históricos de las mismas	Capacitación relacionada al manejo del software y hojas de cálculo en Excel.	Determinar el software, proveedor y capacitaciones	Recurso Humano, tecnológico y financiero	Aministrador, Gerente, Socios.
Realizar capacitaciones enfocadas a conductores, relacionadas al mantenimiento primario y operación adecuada de los vehículos.	Multiplicar conceptos de uso adecuado, identificación de fallas y correctivos menores en los vehículos.	Todo conductor vinculado a la empresa debe asistir a las capacitaciones.	Recurso Humano.	Administrador y Técnico mecánico.
Realizar charlas enfocadas a conductores, relacionadas al manejo defensivo. Promocionando con incentivos emocionales a los conductores con menos golpes y mejor producción.	Conceptos de manejo defensivo y buena atención al usuario.	Todo conductor vinculado a la empresa debe asistir a las capacitaciones.	Recurso Humano.	Administrador
Implementar capacitaciones para el personal técnico en los sistemas críticos del vehículo.	Sistema de refrigeración, suspensión	Todo personal técnico mecánico vinculado a la empresa debe asistir a las capacitaciones.	Recurso Humano y Financiero	Aministrador, Gerente, Socios.
Implementación de recetas para las rutinas del mantenimiento preventivo.	Diagrama claro y estándar para el desarrollo de actividades de mantenimiento.	Todo personal técnico mecánico vinculado a la empresa debe conocer y certificarse en el desarrollo de las actividades de mantenimiento.	Recurso Humano.	Administrador

## 4.2 FORMATO DE PARA LA EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PRIMARIO E INSPECCIÓN DIARIA DE LOS VEHÍCULOS

Con este formato se busca formalizar el mantenimiento primario que realiza el conductor, de igual manera permite llevar control de los requerimientos y



#### **4.3 FORMATO PARA CONTROL DE INVENTARIOS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS.**

A continuación se ilustra el formato que contribuye a mejorar dos objetivos principales de la empresa, el control inventarios de la bodega y costo de mantenimiento de los vehículos, mejorar en el estado de estos objetivos es de vital importancia ya que se han detectado novedades relevantes relacionados con la no facturación de repuestos ni mano de obra a vehículos de administración.

El formato contribuye con el registro y el control de costos de mantenimiento de cada vehículo ya que relaciona la actividad ejecutada en la intervención ya sea debido a un mantenimiento preventivo o correctivo, el tiempo que duró fuera de servicio debido a la intervención y el costo de la mano de obra empleada de acuerdo a una lista de precios previamente aprobada por la gerencia.

De igual manera con la implementación de este formato, se realiza control y registro del sistema que se interviene para el manejo de indicadores, además permite el control de salidas de repuestos con cargo a un vehículo específico contribuyendo al control de inventarios de la bodega, el cual actualmente es considerada como deficiente de acuerdo al análisis de información recopilada.

**Tabla 13. Formato Control de Inventario y Costo de Mantenimiento.**



ORDEN DE TRABAJO No \_\_\_\_\_

Movil No _____	Placas _____	Kms _____
Entrada Cliente : Con cita _____ Sin cita _____ Fecha _____		
Fecha de Entrada _____	Hora _____	am/pm _____
Fecha de Salida _____	Hora _____	am/pm _____
Hora Inicio Trabajo Mec. _____	Hora Finalizacion _____	

TRABAJOS Y DETALLES MANIFESTADOS POR EL CONDUCTOR ( que, donde, como, cuando)	
1 _____	
2 _____	
3 _____	

TRABAJOS REALIZADOS MANO DE OBRA ( Descripción de como fue reparado)	
1 _____	\$ _____
2 _____	\$ _____
3 _____	\$ _____
4 _____	\$ _____
5 _____	\$ _____

REPUESTOS UTILIZADOS EN LA REPARACION O MANTENIMEINTO.

DESCRIPCION	CANT.	DESCRIPCION	CANT.
<b>MOTOR</b>		<b>ELECTRICO</b>	
ACEITE 10W30		BOMBILLO DELAN ( L )	
FILTRO ACEITE		FAROLA DELAN ( R )	
FILTRO AIRE		BOMBILLO DELAN ( R )	
KIT CORREA REPARTICION		FAROLA DELAN ( L )	
MOTOVENTILADOR		STOP ( R )	
RADIADOR		STOP ( L )	
SOPORTE MOTOR ( R )		BATERIA	
SOPORTE MOTOR ( L )		PITO	
SOPORTE MOTOR TRASERO		MOTOR DE ARRANQUE	
TERMOSTATO		REGULADOR	
BOMBA COMBUSTIBLE			
SENSOR NIVEL COMBUSTIBLE		<b>FRENOS</b>	
INSTALACION DE ALTA		CILINDRO ( R. )	
BUJIAS		CILINDRO ( L )	
EMPAQUE TAPA VALVULAS		CHUPAS ( R. )	
DEPOSITO DEL AGUA		CHUPAS ( L )	
TAPA DEPOSITO AGUA		JUEGO DE BANDAS	
CULATA		JUEGO DE PASTILLAS	
INYECTORES		CAMPANA TRASER: SISTEMA DE GAS	
		CAMPANA TRASERO ( L )	
<b>DIRECCION</b>			
CAJA DE DIRECCION		<b>TRANSMISION</b>	
AXIAL ( R )		PUNTA EJE RUEDA ( R )	
AXIAL ( L )		PUNTA EJE RUEDA ( L )	
TERMINAL ( R )		PUNTA EJE CAJA ( R. )	
TERMINAL ( L )		PUNTA EJE CAJA ( L )	
CAÑA DE DIRRECCION		BUJE PALANCA DE CAMBIOS	
YOQUI		KIT COMPLETO EMBRAGUE	
		VALINERA EMBRAGUE	
<b>LLANTAS</b>		DISCO EMBRAGUE	
DELANTERA ( R )		PALANCA DE CAMBIOS	
DELANTERA ( L )		RETEN EJE	
TRASERA ( R )		RETEN TOMA	
TRASERA ( L )		GUAYA CLUTCH	
REPUESTO			

REPUESTOS UTILIZADOS EN LA REPARACION O MANTENIMIENTO.

DESCRIPCION	CANT.	DESCRIPCION	CANT.
<b>SUSPENSIÓN</b>		<b>RODAMIENTO</b>	
CAUCHOS BARRA ESTAB		DELANTERO ( R )	
ROTULA (R.)		DELANTERO ( L )	
ROTULA (L.)		TRASERO ( R )	
AMORTIGUADOR DELANTERO (R.)		TRASERO ( L )	
AMORTIGUADOR DELANTERO (L.)		RETEN TRASERO (R )	
AMORTIGUADOR TRASERO (R.)		RETEN TRASERO (L )	
AMORTIGUADOR TRASERO (L.)			
TOPES AMORTIGUADOR		<b>OTRO</b>	
CABEZAL AMORTIGUADOR (R )			
CABEZAL AMORTIGUADOR (L )			

MECANICO

CONDUCTOR

FIRMA \_\_\_\_\_  
 NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_  
 NOMBRE: \_\_\_\_\_

VERSION N° 1 - FECHA 01 DE JUNIO DE 2014	DESARROLLADO POR: LEONARDO VARGAS - TOMAS ALFARO
--	---

#### 4.4 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ASISTIDO POR COMPUTADORA

Una vez analizada la información recopilada y familiarizados con las fortalezas y debilidades del departamento de mantenimiento de la empresa, se caracteriza el sistema de gestión computarizado que mejor se adapte a los requerimientos específicos de Grupo VAVA tanto técnicos como económicos.

La estrategia adoptada consiste en establecer y priorizar las necesidades del departamento de mantenimiento y analizar diferentes software del mercado, realizar una comparación entre estos y elegir el que mejor se adapte a los requerimientos técnico-económicos del grupo VAVA.

A continuación se muestra una tabla con los requerimientos básicos del sistema de información, con calificación de 1 a 3, donde 3 es importante.

**Tabla 14. Requerimientos de selección del sistema de información.**

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA DE INFORMACIÓN					
NUM	REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	PROCESO	VALOR
<b>REQUERIMIENTOS FUNCIONALES</b>					
1	Organización de inventarios	Debe poder permitir la facilidad de la administración de los activos en caso de ser reubicados , además de generar los formatos de salida de activos y generar alertas cuando las fechas de regreso se hayan vencido. Debe permitir una codificación alfa-numérica y poder registrar el activo con fotografía o planos en archivo de imagen. Debe permitir mostrar la información de hoja de vida los activos y contener todos los espacios sugeridos por el formato de Hoja de Vida de Mantenimiento de la organización. Debe poder filtrar los equipos considerados críticos de los no críticos y poder hacer listados filtrados de los inventarios por cualquiera de los parámetros definidos en la hoja de vida. Debe mostrar toda la información relacionada con el equipo, si está o no funcionando, donde se encuentra.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
2	Programa de mantenimiento preventivo	Que el sistema permita crear los programas de mantenimiento preventivo según los kilómetros recorridos. Las actividades deben ubicarse de acuerdo a la frecuencia establecida. Además debe generar alertas con tiempos de aviso variables por cada actividad. Debe permitir reubicar las fechas de una actividad afectando o no las fechas siguientes. Estas actividades deben generar ordenes de trabajo automáticas.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
3	Información por máquinas	Debe permitir almacenar la información de hoja de vida de los móviles. Además permitir almacenar automáticamente las ordenes de trabajo en la hoja de vida que correspondan al equipo o activo, que representan el historial del equipo y debe permitir ser mostradas en un resumen de las actividades según cualquiera de los parámetros de las ordenes de trabajo. Debe llevar un histórico de las fallas reportadas y permitir registrar sus causas y análisis. Acceso a los costos totales para cada uno de los mantenimientos preventivos para todos los vehículo, la frecuencia de mantenimiento para los vehículo, características generales del vehículo, modelo del vehículo, frecuencia de paradas, tipo de paradas de esa máquina, sección y ubicación del vehículo. Administrar las garantías de los equipos .	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
4	Inventario de Herramientas	Administrar los inventarios de herramientas con nombre de la herramienta , cantidades existentes, uso, operarios de mantenimiento que las deben utilizar y su uso principal , la frecuencia con la que se utiliza, ubicación, responsable de la herramienta .	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
5	Solicitudes de servicio	Debe permitir a las personas asignadas generar solicitudes de servicio vía web, y ser recibidas por el departamento de mantenimiento, siendo estas almacenadas en un banco de solicitudes , teniendo estas la posibilidad de ser filtradas de acuerdo a diferentes criterios como prioridad, fecha de recibida la solicitud, tipo de trabajo, ubicación, código del equipo, solicitante, entre otras. Además debe permitir al administrador del software y al solicitante consultar el estado de sus Solicitudes. Las Solicitudes pueden ser correctivas , preventivas, cuando es recibida por mtto es te estudia la solicitud desde el punto de vista técnico y económico y debe escribir el comentario sobre la solicitud para que esta sea aprobada o no por la persona competente. La notificación de aprobación o no aprobación debe ser enviada al solicitante con la opción o no de las justificaciones de la decisión. Debe permitir mostrar indicadores con las solicitudes con todos los campos posibles.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
		Que se maneje un cuadro con vista al público donde se reconozca el tipo de importancia del requerimiento por colores. Ejemplo: "verde" y se incluye la posible lista de requerimientos que son urgentes pero no tanto como el que sigue. "amarillo" con la posible lista de requerimientos que son más urgentes que la anterior pero no tan urgentes como el que sigue. "rojo" con las posibles listas de requerimientos que son los más urgentes.	Grupo VAVA	Contabilidad	1
		Debe tener la opción para que el solicitante le avise de los cambios de estado de la solicitud. Por ejemplo, si la solicitud generó una compra, avisar cuando lleguen los materiales, cuando se le asigna fecha de ejecución y cuando se da de baja como realizada. Cuando haya sido realizado el trabajo debe preguntar al solicitante sobre la conformidad del trabajo y evaluación de los criterios que se definan (calidad, oportunidad, entre otros ).	Grupo VAVA	Mantenimiento	2

6	Órdenes de trabajo	La creación de órdenes de trabajo debe ser automática o manual. La elaboración desde el área de Mantenimiento y el ingreso de datos después de sucedido el evento, desde el área de mantenimiento. Debe permitir programar la ejecución de las órdenes de trabajo teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales, mano de obra y del equipo como tal. Esta programación debe quedar establecida en un calendario para ayudar a la administración del seguimiento de los trabajos. La orden de trabajo debe incluir el tipo de OT, horas hombre requeridas , herramienta necesaria para realizar el trabajo, máquina a reparar, tipo de paro, código del activo, la explicación y comentarios del solicitantes , nombre del solicitante, repuestos o insumos a usar, envío de alertas para confirmación de disponibilidad de áreas o equipos para mantenimiento. Debe incluir los centros de costo, permisos requeridos y los demás espacios sugeridos por el formato de orden de trabajo de la empresa.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
7	Diligenciamiento de la OT	Poder diligenciar las ordenes de trabajo terminadas, las debe diligenciar el mecanico pero deben pasar a la revisión final por parte del departamento de mantenimiento y descargadas del sistema por el administrador del software, para luego enviar la notificación del solicitante si este existe.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
8	Manejo de personal	Acceso a los nombres del total de operarios de mantenimiento en nómina y externos, status en el que se encuentran (activos, vacaciones, incapacidades, activos ausentes ). El sistema debe tener el acceso a la información requerida sobre el conocimiento, capacitación y habilidades de los operarios de mantenimiento. La programación semanal de mantenimiento debe poderse realizar en el software y dar alerta s en caso de autorizar permisos cuando estos atenten con el desarrollo de una actividad ya programada y asignada a un trabajador, por lo que debería permitir la asignación de la actividad a otra persona, la reprogramación de la actividad o la anulación del permiso. Acceso a información de disponibilidad de personal de mantenimiento en el sistema según sus asignaciones diarias.	Grupo VAVA	Mantenimiento	2
9	Datos de proveedores de servicios de mantenimiento o servicios técnicos	En el momento de no contar con suficiente personal para una OT, el sistema debe proporcionar información acerca de proveedores de servicio de mantenimiento o servicios técnicos. La información debe contar nombre de proveedor, que tipos de trabajo puede realizar, una explicación, la persona de contacto.	Grupo VAVA	Mantenimiento	2
10	Requisición de compra	Cuando las órdenes de trabajo requieren de una requisición de compra las requisiciones deben estar ligadas a la orden de trabajo, de tal forma que cuando el material llegue al almacén pueda ser dada una alerta sobre la orden de trabajo a la que está ligada la compra. Las requisiciones de compra deben generar alertas cuando las fechas de necesidades están vencidas y poder extraer indicadores de oportunidad y conformidad de los productos. Las requisiciones de compra deben estar regidas por el formato de solicitud de compras de la organización.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
11	Acceso a inventarios de repuestos .	Poder acceder en el sistema a los inventarios de repuestos con el fin de monitorear la existencia de stocks de seguridad para mantenimiento preventivos y correctivos futuros. Lo que se persigue es poder ligar las salidas del almacén con una orden de trabajo, por lo que los Centros de costo no se deben repetir su digitación y debe haber más control en las salidas de los materiales del almacén. Debe además hacer un barrido de los inventarios de almacén para un grupo de ordenes de trabajo requerido, es decir, si para un grupo determinado de órdenes de trabajo se requiere una cantidad de materiales debe poder hacer un comparativo de los existentes Vs los requeridos para generar requisiciones de compra de los faltantes .	Grupo VAVA	Mantenimiento	2
12	Calendario	Debe incluir un calendario parametrizable y muy gráfico, según el tipo de orden (montaje o mantenimiento), actividad, equipo, fecha, responsable. Debe permitir la reprogramación de las tareas no ejecutadas en la fecha programada y llevar un indicador de este factor. Debe permitir imprimir un listado de las actividades que se van a realizar en el día, semana, mes , trimestre, semestre o año.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3

13	Centro de Costo y Presupuesto	Todas las actividades preventivas deben tener un centro de costo, cada actividad realizada debe generar un reporte de gasto. Las solicitudes correctivas se deben poder llevar a un centro de costos. La herramienta debe permitir presentar todos los indicadores y gráficos necesarios para la interpretación de la ejecución presupuestal, filtrados por equipo, centro de costo, mes, actividad, centros de costo sobregirados, etc. La información de gastos debe permitir separar los gastos no presupuestados con los gastos con aprobación de presupuesto en el transcurso del año. Para cada actividad preventiva, correctiva o mejora que se asigne a un centro de costo debe ser visible el presupuesto disponible.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
14	Seguridad Industrial	Debe anexar los permisos de trabajo requeridos para los trabajos de alto riesgo. Debe incluir el listado de chequeo de los elementos de seguridad para los trabajos a realizar.	Grupo VAVA	Mantenimiento	1
15	Indicadores % de cumplimiento de OT	Capacidad de visualización de todas la ordenes de trabajo en proceso o recién cerradas . Índices de relación de órdenes de trabajo asignadas en un periodo de tiempo con ordenes trabajo no realizadas en ese mismo periodo.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
16	Aprovechamiento de horas hombre	Índice de relación entre la cantidad de horas disponibles del personal de mantenimiento en relación con las horas trabajadas para mantenimiento y eventos.	Grupo VAVA	Mantenimiento	2
17	Indicador del % de mantenimiento Preventivo vs Correctivo	Índice de la relación que existe entre la cantidad total de mantenimiento programados y los mantenimientos correctivos en un periodo de tiempo, una sección o una máquina.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
18	Informe de cumplimiento de presupuesto (%)	Relación entre la diferencia de los totales de cantidades presupuesta les de costos , mano de obra, y tiempos comparados con las cantidades reales	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
19	Informe de costos	Informe de los costos incurridos durante el proceso de mantenimiento. Informe sobre los costos de mantenimiento detallado por Mano de Obra, materiales, tipo de actividad, por fecha, por equipo, por centro de costos.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
20	Índices de calidad de OT's ejecutadas	Índices que indiquen la cantidad de OT's generadas debido a la detección de una anomalía después de realizar otra OT en relación con el total de OT's realizadas. Además del resultado de las evaluaciones de las actividades solicitadas filtradas por cualquiera de las variables que se encuentran en el formato de orden de trabajo.	Grupo VAVA	Mantenimiento	2
21	Gráficos e informes	Debe permitir extraer la mayor cantidad de gráficos e informes o sobre todos los parámetros que se definan en el software.	Grupo VAVA	Mantenimiento	3
<b>REQUERIMIENTOS INFORMÁTICOS</b>					
1	Base de datos en SQL Server	La base de datos de la información que se almacena del sistema debe estar montada en el manejador SQL Server		Sistemas	3
2	Autenticación de usuario	Debe permitir autenticar el usuario mediante solicitud de usuario y password		Sistemas	3
3	Bajo ambiente web	Funcionar bajo ambiente web, evitando así la instalación del programa en el caso de que el usuario se movilice o cambie de computador		Sistemas	2
4	Integración con Ofimática	Debe poder leer ciertas tablas de Ofimática para no tener información redundante y evitar la redigitación. Lenguaje en 2 vías.		Sistemas	2
5	Generación de alertas	Debe poder generar alertas caso que avise acerca de las órdenes de trabajo por expirar y otras solicitudes importantes		Sistemas	2
6	Licenciamiento	No licenciamiento anual, sino licencia perpetua sin restricción de usuarios conectados al tiempo.		Sistemas	2
7	Mantenimiento	Contrato de mantenimiento anual		Sistemas	2
8	Parametrización	El sistema debe ser 100% parametrizable, ningún dato variable debe estar embebido en el código fuente		Sistemas	3
9	Sistema operativo	Debe ser usado en estaciones Windows y servidor Windows 2008 Server		Sistemas	3
<b>REQUERIMIENTOS PRESUPUESTO O COSTO DE ADQUISICIÓN</b>					
1	Presupuesto Asignado	El software debe ajustarse al presupuesto de un pequeña empresa, tope maximo de inversio 3.500 USD		Contabilidad	3

REQUERIMIENTOS PROCESOS DE SOPORTE Y MISIONALES						
1	Programa de capacitación	Software debe brindar adicionalmente un programa de capacitación para los empleados de la empresa que interactuen con el sistema, preferiblemente de manera presencial.			Calidad	3
2	Alerta de solicitud vencida	Software debe generar una alerta de la solicitud cuya fecha de solución propuesta por el Dpto. de Mantenimiento haya vencido, de tal modo que facilite el seguimiento a los trabajos programados por el área.			Calidad	3
3	Porcentaje de cumplimiento	Debe generarse a partir de la comparación de la fecha de solicitud de trabajo y la fecha límite de vencimiento para la realización de dicho trabajo, un porcentaje de cumplimiento. Mostrando la efectividad del Proceso de Mantenimiento y su capacidad Reactiva y Proactiva para el caso de mantenimiento Preventivo.			Calidad	3

Fuente: Requerimientos Sistemas de Información, David Fuentes Díaz.

Teniendo en cuenta cada uno de los requerimientos de la tabla anterior, evaluamos 3 sistemas de información del mercado con el fin de elegir el más conveniente a las exigencias de la gestión del mantenimiento en el grupo VAVA.

La puntuación para cada Sistema de Información se hará de la siguiente manera:

**Tabla 15.** Puntuación de Propuestas

<b>Puntuación</b>	
Cumple plenamente	10
Cumple mayoritariamente	8
Cumple parcialmente	5
No se especifica	1

**Tabla 16.** Valorización de Propuestas.

VALORACION DE LAS PROPUESTAS								
NUM	REQUERIMIENTO	TIPO	TRYTON	Puntuación	SAP	Puntuación	Mp Software	Puntuación
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES								
1	Organización de inventarios	3	8	24	9	27	10	30
2	Programa de mantenimiento preventivo	3	1	3	8	24	8	24
3	Información Máquinas. Hoja de vida	3	1	3	10	30	10	30
4	Inventario de Herramientas	3	10	30	5	15	10	30
5	Administración solicitudes de servicio	3	10	30	10	30	10	30
6	Ordenes de trabajo	3	10	30	10	30	10	30
7	Diligenciamiento digital de las ordenes de trabajo	3	10	30	10	30	10	30
8	Manejo de personal	2	1	2	10	20	10	20
9	Datos de proveedores de servicios	2	10	20	8	16	10	20

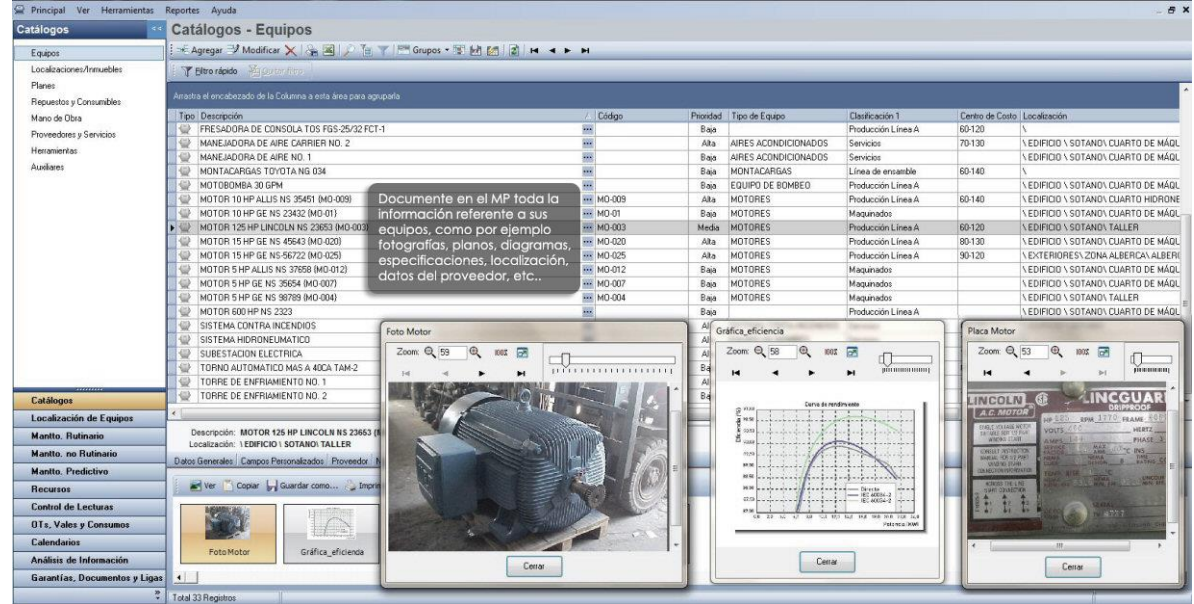
10	Requisición de compras	3	10	30	8	24	10	30
11	Acceso a inventarios de repuestos	2	10	20	10	20	10	20
12	Calendario	3	10	30	10	30	10	30
13	Centros de costos y presupuesto	3	10	30	10	30	10	30
14	Seguridad Industrial	1	1	1	3	3	8	8
15	Indicadores	3	5	15	10	30	8	24
16	Aprovechamiento de horas hombre	2	1	2	10	20	10	20
17	Mto Preventivo VS Correctivo	3	1	3	10	30	5	15
18	Cumplimiento de presupuesto	3	10	30	10	30	1	3
19	Informe de costos	3	10	30	10	30	8	24
20	Indices de satisfacción de OT	2	5	10	10	20	5	10
21	Gráficos e informes	3	1	3	8	24	10	30
<b>REQUERIMIENTOS INFORMATICOS</b>								
1	Base de datos SQL Server	3	10	30	1	3	1	3
2	Autenticación usuarios	3	10	30	3	9	10	30
3	Ambiente (Web?)	2	1	2	1	2	10	20
4	Integración con ofimática	2	10	20	8	16	8	16
5	Generación de alertas	2	1	2	1	2	5	10
6	Licenciamiento	2	5	10	1	2	10	20
7	Mantenimiento	2	5	10	10	20	1	2
8	Parametrización	3	10	30	8	24	10	30
9	Sistema Operativo	3	10	30	10	30	10	30
<b>COSTO DE ADQUISICIÓN</b>								
1	Presupuesto Asignado	3	10	30	0	0	5	15
<b>REQUERIMIENTOS DE PROCESOS DE SOPORTE</b>								
1	Programa de capacitación	3	1	3	1	3	1	3
2	Alerta de solicitud vencida	3	1	3	1	3	1	3
3	Porcentaje de cumplimiento	3	10	30	10	30	10	30
<b>TOTALES</b>		90		606		657		700
<b>PONDERACIÓN</b>				<b>6,73</b>		<b>7,30</b>		<b>7,78</b>

Fuente: Requerimientos Sistemas de Información, David Fuentes Díaz.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro comparativo de valoración de propuestas (Tabla 16), el sistema de gestión seleccionado es MP SOFTWARE; a continuación se relacionan las principales características del software en mención.

MP SOFTWARE es un software de origen mexicano desarrollado por la empresa TECNICA APLICADA INTERNACIONAL, S.A. DE C.V., con más de 20 años en el mercado y 8000 clientes se posiciona como una de las empresas líderes en desarrollo de CMMS en Latinoamérica.

**Figura 32. MP Software**



Fuente: [http://www.mpssoftware.com.mx/software\\_mantenimiento/](http://www.mpssoftware.com.mx/software_mantenimiento/)

MP Software es una herramienta para administrar la gestión de mantenimiento de manera eficiente y ágil; permite sistematizar rutinas de mantenimiento, evaluar el estado de las solicitudes realizadas, controlar y realizar seguimiento de los órdenes de trabajo, controlar de manera eficiente el inventario de repuestos en bodega mediante técnicas de adquisición de repuestos justo a tiempo, control y análisis de indicadores de mantenimiento.

A continuación se relacionan los principales beneficios al implementar MP Software como sistema de gestión en Grupo VAVA:

- Disminución de fallas no previstas: Con la migración del mantenimiento de emergencia a mantenimiento preventivo se estima disminuir en un 75% las fallas en los vehículos debido a imprevistos; esto simplemente implementando rutinas de mantenimiento robustas y técnicamente desarrolladas.

- Vida útil de los equipos: con la implementación del sistema de gestión con mantenimiento preventivo se estima ampliar la vida útil de los vehículos hasta 5 años o 650.000 km.
- Incremento de la disponibilidad: Con la implementación de este sistema de gestión, se generan rutinas de mantenimientos técnicamente bien realizadas, seguimiento y evaluación de históricos y sistemas críticos se pretende incrementar el índice de disponibilidad de los vehículos vinculados a la empresa al 99%.
- Control y reducción del stock de inventarios de repuestos: Al implementar MP Software y su módulo de control de inventarios, se pone fin a las deficiencias actuales que tiene la empresa en el control de inventarios de repuestos; de igual manera, se optimiza el costo de bodega con la implementación de técnicas para la adquisición de repuestos Justo a tiempo.
- Organización de la documentación: MP software permite documentar toda actividad de mantenimiento, lo que garantiza una trazabilidad y continuidad en la gestión de mantenimiento sin importar cambios en el personal.

**Tabla 17.** Precios MP Software

Programa MP Versión 9			
	MP Básico	MP Profesional	MP Empresarial
MP ver. 9 MONOUSUARIO	USD\$1,346	USD\$2,691	USD\$3,807
MP ver. 9 en RED para 2 estaciones de trabajo	USD\$2,185	USD\$3,761	USD\$5,106
MP ver. 9 en RED para 3 estaciones de trabajo	USD\$2,657	USD\$4,221	USD\$5,566
MP ver. 9 en RED para 5 estaciones de trabajo	USD\$3,427	USD\$5,003	USD\$6,348
MP ver. 9 en RED para 10 estaciones de trabajo	---	USD\$6,072	USD\$7,418
MP ver. 9 en RED para 15 estaciones de trabajo	---	---	USD\$8,533
MP ver. 9 en RED para 20 estaciones de trabajo	---	---	USD\$9,488
MP ver. 9 en RED para 30 estaciones de trabajo	---	---	USD\$11,385
MP ver. 9 en RED para 50 estaciones de trabajo	---	---	USD\$15,180

Fuente: [http://www.mpsoftware.com.mx/software\\_mantenimiento/precios\\_CO.html](http://www.mpsoftware.com.mx/software_mantenimiento/precios_CO.html)

**Tabla 18. Características Software**

CARACTERÍSTICAS	MP Básico	MP Profesional	MP Empresarial	CARACTERÍSTICAS	MP Básico	MP Profesional	MP Empresarial	CARACTERÍSTICAS	MP Básico	MP Profesional	MP Empresarial
<b>Programas y/o Módulos Incluidos</b>				<b>Programas y/o Módulos Incluidos</b>				<b>Programas y/o Módulos Incluidos</b>			
Programa "Mantenimiento Preventivo"	X	X	X	<b>Mantenimiento Predictivo</b>				<b>Calendarios</b>			
Programa "Inventario de Repuestos"		X	X	Registro de Mediciones		X	X	Condensado Anual (por Equipo)	X	X	X
Programa "Control de Herramientas"		X	X	Alerta de Mediciones Fuera de Límite		X	X	Extendido Detallado (por Equipo)	X	X	X
Módulo para Reportar Solicitudes de Mantenimiento vía Intranet/Internet			X	Historial de Mediciones		X	X	Extendido (varios Equipos)	X	X	X
<b>Bases de Datos</b>				<b>Recursos</b>				Paros Programados			
Bases de datos tipo Microsoft Access	X	X	X	Asociación de Recursos y Actividades		X	X	<b>Análisis de Información</b>			
Bases de datos tipo Microsoft SQL Server 2000/2005			X	Consulta de Recursos Asociados		X	X	Análisis de Fallas y Causa Raíz	X	X	X
Bases de datos tipo Oracle 9i/10g (Solo MP)			X	Flujo de Recursos		X	X	Comparativo entre Equipos	X	X	X
<b>Catálogos</b>				<b>Control de Lecturas</b>				Gráfica Programado v.s. Realizado			
Catálogo de Equipos	X	X	X	Registro de Lecturas	X	X	X	Gráfica Costos, Fallas, Paros, etc.	X	X	X
Catálogo de Localizaciones/Inmuebles	X	X	X	Promedios de Uso Mensual	X	X	X	Historia Gráfica	X	X	X
Catálogo de Planes	X	X	X	Historial de Lecturas	X	X	X	Índices de Mantenimiento			X
Catálogo de Repuestos y Consumibles		X	X	<b>OTs, Vales y Consumos</b>				<b>Mantenimiento Rutinario</b>			
Catálogo de Mano de Obra		X	X	Generador de OTs	X	X	X	Asociación de Equipos y Planes	X	X	X
Catálogo de Proveedores y Servicios		X	X	Generador de Vales		X	X	Mantenimientos Iniciales	X	X	X
Catálogo de Herramientas		X	X	Registro de Consumos		X	X	Mantenimientos Próximos	X	X	X
Definición de Campos Personalizados para Equipos		X	X	Historial de OTs Cerradas	X	X	X	Equipos Fuera de Servicio	X	X	X
Asociación de Imágenes a Equipos y Planes		X	X	Consulta OTs Abiertas (por Equipo)	X	X	X	Historial de Mantenimientos Cerrados (por	X	X	X
Asociación de Archivos Adjuntos a Equipos y Planes		X	X	Distribución de OTs (en función de la carga de trabajo asignada)			X	<b>Mantenimiento no Rutinario</b>			
<b>Localización de Equipos</b>				<b>Otros</b>				Registro de Trabajos			
Asociación de Localizaciones a Equipos	X	X	X	Consulta de Vales		X	X	Consulta de Daños	X	X	X
Historial de Localizaciones	X	X	X	Consulta de Consumos (por OT)		X	X	Historial de Trabajos Cerrados	X	X	X
<b>Garantías, Documentos y Ligas</b>				<b>Otros</b>				Historial de Trabajos Cerrados (por Equipo)			
Seguimiento y Control de Garantías			X	Consulta de Consumos (por Recurso)		X	X	Consulta de Trabajos Eliminados	X	X	X
Archivos Adjuntos		X	X	<b>Otros</b>				Exportación de Información			
Accesos directos a archivos y sitios en Internet		X	X	Exportación de Información			X				

Fuente: [http://www.mpsoftware.com.mx/software\\_mantenimiento/mp\\_tabla\\_comparativa.html](http://www.mpsoftware.com.mx/software_mantenimiento/mp_tabla_comparativa.html)

De acuerdo a la tabla 18 y las deficiencias detectadas en el análisis de la información recopilada, es recomendable la adquisición del sistema de gestión **MP Software empresarial**. Con este software el grupo VAVA mejorará el control de inventarios y llevara un mejor control del mantenimiento, ya que las prestaciones funcionales son adecuadas para la empresa.

#### **4.5 VENTAJAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

El plan de mantenimiento propuesto beneficia de indiscutible al área de mantenimiento del grupo VAVA, lo que se va a ver reflejado en términos de producción debido a una mayor disponibilidad de equipos.

La inversión inicial para poner en práctica es de nueve millones seiscientos ochenta mil pesos (\$9.680.000), que prácticamente es lo que cuesta la adquisición del Sistema de Información más capacitaciones.

##### **4.5.1 Proyección de Costos**

La reducción de costos de mantenimiento, se vería reflejada desde el comienzo si se logra incrementar la disponibilidad a un 99%, se tendrían las siguientes cifras para una muestra de 15 taxis.

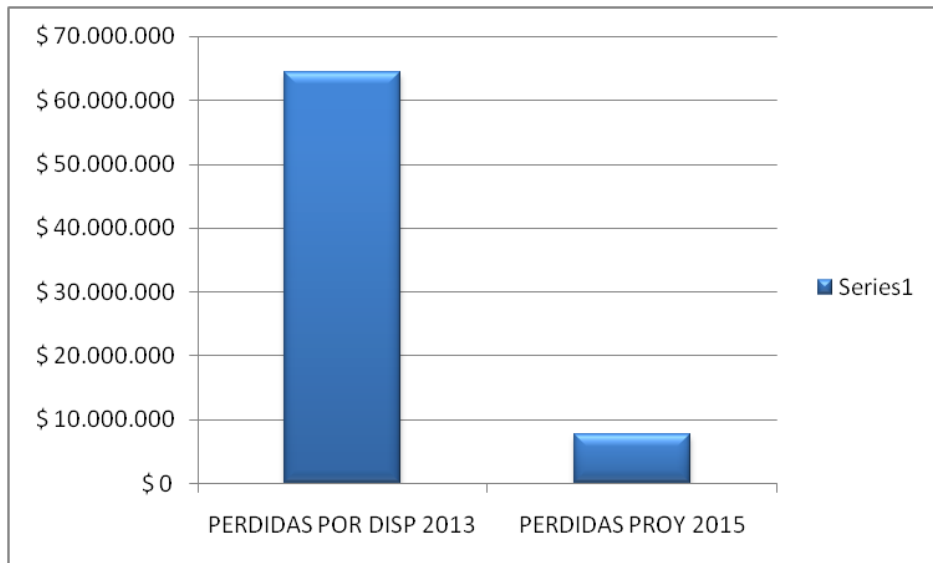
**Tabla 19.** Perdidas por disponibilidad

<b>PERDIDAS POR DISP 2013</b>	\$ 64.324.500
<b>PERDIDAS PROY 2015</b>	\$ 7.665.000
<b>AHORRO POR DISP</b>	\$ 56.659.500

Fuente: Grupo VAVA

Las pérdidas por disponibilidad disminuirían en promedio 56 millones de pesos en un año, debido al incremento de disponibilidad del 92% al 99%.

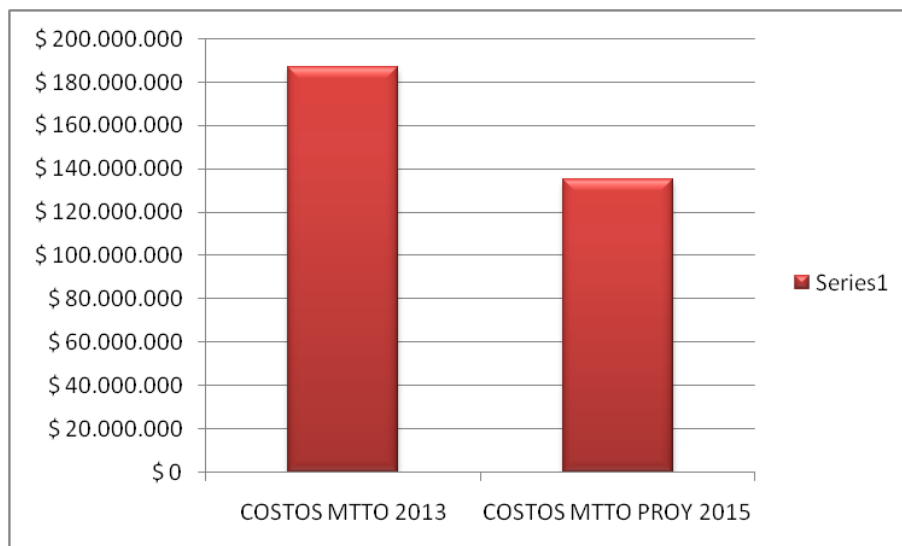
**Figura 33.** Pérdidas por disponibilidad Proyectadas al 2015



**Tabla 20.** Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

<b>COSTOS MTTTO 2013</b>	\$ 187.156.012
<b>COSTOS MTTTO PROY 2015</b>	\$ 135.000.000
<b>AHORRO COSTOS MTTTO</b>	\$ 52.156.012

**Figura 34.** Costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

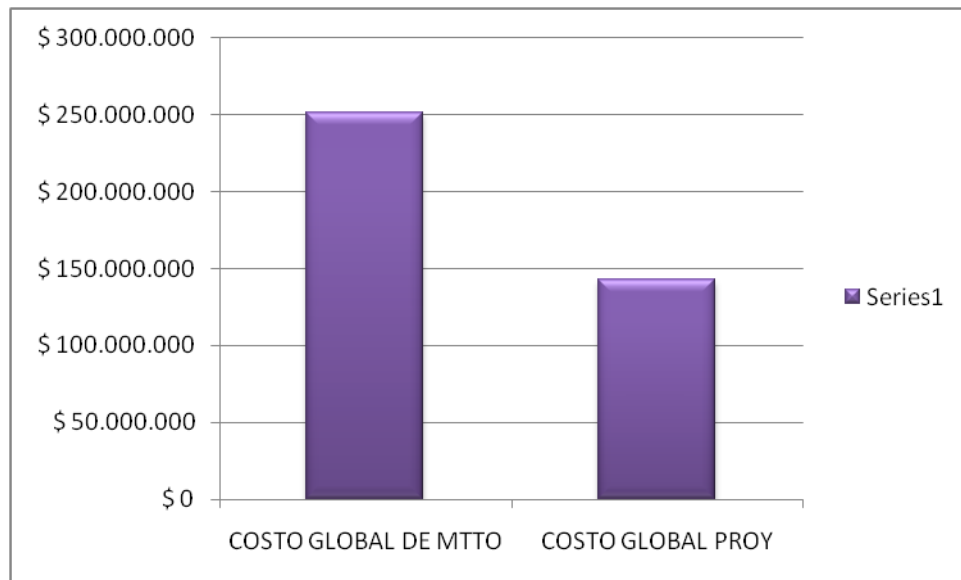


El ahorro debido a los costos de mantenimiento sería de aproximadamente 52 millones para una muestra de 15 taxis.

**Tabla 21.** Costos de Mantenimiento Global

<b>COSTO GLOBAL DE MTTO</b>	\$ 251.480.512
<b>COSTO GLOBAL PROY</b>	\$ 142.665.000
<b>AHORRO GLOBAL</b>	\$ 108.815.512

**Figura 35.** Costos de Mantenimiento Global



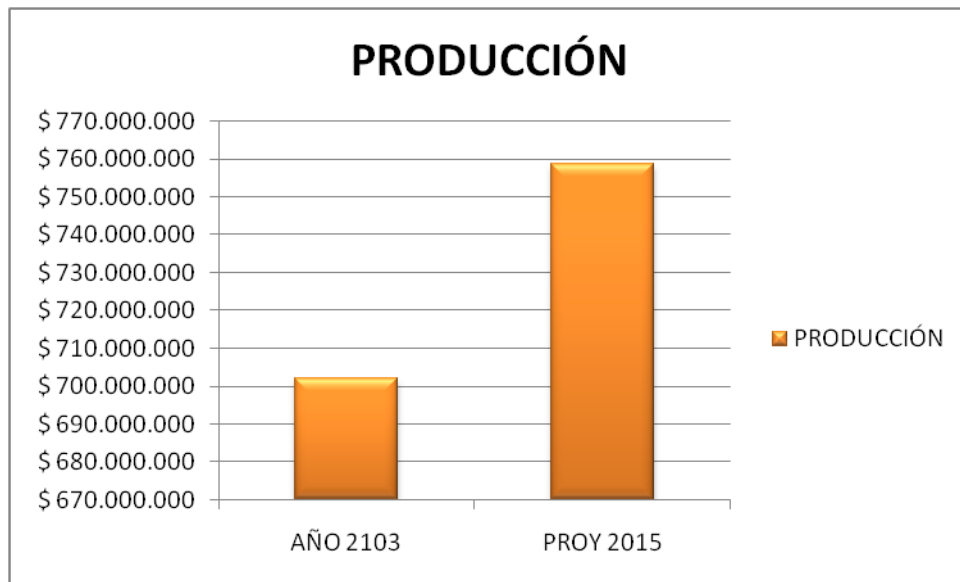
El ahorro global del mantenimiento, teniendo en cuenta pérdidas por disponibilidad y el ahorro en costos de mantenimientos correctivos y preventivos será de 108 millones aproximadamente.

Por último se observa un incremento de la producción gracias al aumento de disponibilidad:

**Tabla 22.** Estimado Producción.

	<b>AÑO 2103</b>	<b>PROY 2015</b>
<b>PRODUCCIÓN</b>	\$ 702.175.500	\$ 758.835.000

**Figura 36.** Proyección de Producción.



Tomando una muestra de 15 taxis, y aumentando la disponibilidad de los equipos se espera un incremento en la producción en un año de 702 millones de pesos a 758 millones de pesos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las proyecciones, la recuperación de la inversión se recuperaría en corto plazo.

## 5. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este plan de mantenimiento, se consiguió analizar variedad de información que impactan en el mantenimiento de la flota vehicular del grupo VAVA. Los detalles de esta información muestran que la gestión del mantenimiento en la empresa, está en proceso de arranque, y poco a poco se deben ir mejorando con el fin de generar un impacto positivo y consolidarse como una de las mejores empresas prestadoras de servicio de transporte tipo taxi en la región.

Teniendo en cuenta lo planteado en los objetivos establecidos en esta monografía se generan las siguientes conclusiones:

- Se establece un plan de mantenimiento, que se ajusta a la flota de taxis del grupo VAVA, con el cual se busca implementar una política favorable hacia el mantenimiento preventivo.
- Se analiza estadísticamente la información sobre gestión del mantenimiento en los últimos dos años, para determinar cuáles son los sistemas críticos en los vehículos, con el propósito de implementar mejoras en el plan de mantenimiento.
- Se selecciona un sistema de información por medio de un cuadro comparativo, analizando específicamente los requerimientos funcionales del sistema, que se ajusten a las necesidades del grupo VAVA, donde el primer requisito es el manejo de inventarios.
- El proceso del plan de mantenimiento, establece una serie de formatos para la realización de mantenimientos preventivos, donde se tienen en cuenta las recomendaciones del fabricante y las lecciones aprendidas de la experiencia en el grupo VAVA.
- Los resultados se verían en el corto plazo, garantizando reducción de costos y aumento de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

BORRAS, Carlos. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Mantenimiento predictivo. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS 2013

BORRAS, Carlos. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Principios de Mantenimiento. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS 2013

Evolución de los servicios de mantenimiento. TALGO, 2010. [Consultado 23-03-2014]. Disponible en <http://www.talgo.com/index.php/es/evolucion.php>

FUENTES, David. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, sistemas de información en mantenimiento. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS 2013

JARAMILLO, Julián. Especialización Gerencia de Mantenimiento 2013, Mantenimiento predictivo: teoría de la predicción. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS 2013

Software para la gestión de mantenimiento MP Software, 2014. [Consultado 12-05-2014]. Disponible en <http://www.mpsoftware.com.mx/>