



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
UNA EMPRESA DE TRANSPORTE EXTRAURBANO DE PASAJEROS**

Sergio Aníbal González Palencia

Asesorado por: Ing. César Leonel Ovalle Rodríguez

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA UNA EMPRESA DE TRANSPORTE
EXTRAURBANO DE PASAJEROS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO ANÍBAL GONZÁLEZ PALENCIA

ASESORADO POR: ING. CÉSAR LEONEL OVALLE RODRÍGUEZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA EMPRESA DE TRANSPORTE EXTRAURBANO DE PASAJEROS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de Noviembre de 2005.

SERGIO ANÍBAL GONZÁLEZ PALENCIA

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Sergio Aníbal González Aragón

Feliza Palencia Véliz de González

Por regalarme la oportunidad de vivir, por ser un ejemplo a seguir cada día, por su apoyo y por confiar en mí en cada momento de mi vida.

MI NOVIA

Iris Amabilia Reyes Barrera

Por regalarme su amor y su cariño, su apoyo incondicional y su comprensión.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Por regalarme tantas bendiciones todos los días de mi vida y por permitirme la oportunidad de alcanzar uno de mis más grandes sueños.

ING. CÉSAR OVALLE

Por apoyarme con la asesoría y compartir conmigo sus conocimientos durante la realización de este trabajo.

INGA. MARITZA DACARETT

Por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES GENERALES Y ASPECTOS TEÓRICOS	1
1.1. Antecedentes del transporte de pasajeros	1
1.2. Historia de la empresa	24
1.3. Administración de la empresa	26
1.4. Mantenimiento	32
1.4.1. Definición de mantenimiento	32
1.4.2. Tipos de mantenimiento	35
2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	41
2.1. Descripción de la flota de vehículos	41
2.2. Ruta cubierta por la empresa	51
2.3. Mantenimiento actual de la empresa	52
2.4. Responsables del mantenimiento de la empresa	57

3.	PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	59
3.1.	Diseño del programa de mantenimiento	59
3.1.1.	Análisis e interpretación de los resultados de la evaluación	59
3.1.2.	Identificación de las necesidades de mantenimiento	64
3.1.3.	Insumos utilizados	72
3.1.3.1.	Repuestos	72
3.1.3.2.	Lubricantes	73
3.1.3.3.	Aditivos	77
3.1.3.4.	Herramientas	78
3.1.4.	Diseño del formato a utilizar	79
3.2.	Identificar al personal de la empresa responsable del mantenimiento	80
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PROPUESTO	83
4.1.	Aplicación del programa de mantenimiento	83
4.1.1.	Plan de actividades	84
4.1.1.1.	Presentación del programa al personal encargado	89
4.1.1.2.	Capacitación del personal responsable del mantenimiento	93
4.1.1.3.	Identificación de recursos a utilizar	95
4.2.	Seguimiento y recopilación de información	97
4.3.	Análisis de resultados	98

5. MEJORA CONTINUA	99
5.1. Evaluar los resultados de la implementación del programa para realizar los ajustes necesarios.	102
5.2. Aplicar las técnicas de mejora continua para la implementación de los ajustes.	103
5.2.1. Evaluar	106
5.2.2. Planear	108
5.2.3. Mejorar	110
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
APÉNDICE	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama actual de la empresa	28
2. Curva de ciclo operativo de máquinas o equipos	36
3. Autobús de pasajeros	41
4. Motor de combustión interna.	44
5. Ruta, San Pedro Sacatepequez, S. M. - Quetzaltenango	51
6. Kilómetros recorridos al mes (promedio)	61
7. Meses necesarios para servicio Tipo 1	63
8. Organigrama mejorado	67
9. Diagrama de causa y efecto	87
10. Plan de actividades de implementación y seguimiento	88
11. Diagrama de Pareto, Operaciones de mantenimiento	91
12. Proceso de mejoramiento	105
13. Formato para servicio primario	121
14. Formato para servicio tipo I	122
15. Formato para servicio tipo II	123
16. Formato para servicio tipo III	124
17. Formato para control de gastos	125
18. Formato para control de kilómetros	126

TABLAS

I. Operaciones de mantenimiento primario	53
II. Operaciones de mantenimiento Tipo 1	54
III. Operaciones de mantenimiento Tipo 2	56
IV. Días trabajados por unidad (Promedio)	60
V. Tiempo mínimo para servicio	62
VI. Tabla de rutinas de mantenimiento basada en kilometrajes	68
VII. Servicio tipo I mejorado	69
VIII. Servicio tipo II mejorado	70
IX. Servicio Tipo III	71
X. Clasificación de aceites lubricantes	76
XI. Tipos de aditivos	78
XII. Equipo básico de herramientas	79
XIII. Frecuencia de realización de actividades	90

GLOSARIO

Diferencial	Conjunto de engranajes que permiten que las ruedas giren a velocidades distintas, su posición depende del tipo de tracción del automóvil, bien sea en la parte trasera o delantera.
Embrague	Sistema constituido por una prensa que presiona un disco con el volante del motor, con la intención de transmitir la potencia del motor hacía la caja de cambios.
Amortiguadores	Elementos conectados al chasis del automóvil, su función es la de compensar y disminuir los impactos causados por las irregularidades de la carretera.
Zapatas	Elementos abatibles situados en las ruedas del automóvil, regularmente cubiertos por una capa de asbesto que la cual por medio de la aplicación de presión efectúa la operación de frenado.
Inyector	Dispositivo situado en el motor el cual tiene como función la alimentación de combustible a los cilindros.
Rodamiento	Piezas de metal, dotadas de bolas o rodillos en las que se apoya y gira cualquier elemento del vehículo.

Lubricación	Acción de engrasar con elementos minerales o sintéticos las partes del vehículo para evitar su rozamiento y posterior desgaste.
Alternador	Elemento del sistema eléctrico del automóvil, el cual transforma la corriente alterna en continua para mantener la carga de la batería o acumulador.
Freno de aire	Tipo de frenos utilizado en automóviles de carga pesada.
Cabotaje	Tráfico marítimo entre las costas de un país.
Aeródromo	Terreno provisto de pistas y demás instalaciones necesarias para el despegue y aterrizaje de aviones.
Turbo cargador	Elemento que proporciona una mayor potencia al motor y que disminuye la emisión de gases.

RESUMEN

Transportes González es una empresa dedicada al servicio de transporte de pasajeros entre la ciudad de San Pedro Sacatepequez, San Marcos y la ciudad de Quetzaltenango, actividad que ha realizado por más de 25 años, en los cuales se ha trabajado de acuerdo a una cultura de servicio y respeto al cliente, la cual ha permitido crear una conexión comercial entre estas poblaciones.

El mantenimiento es la serie de trabajos a realizar en algún equipo, maquinaria, vehículo o método, con la finalidad de conservarlo y para que preste el servicio para lo cual fue diseñado. Un mantenimiento eficiente permitirá prestar el servicio con la menor cantidad de interrupciones generadas por fallas, debido a lo cual estas actividades deben organizarse y planearse de una manera estratégica que permita hacer el mejor uso de los recursos con los que se cuenta.

Para poder organizar de una mejor manera el mantenimiento de las unidades de la empresa, las cuales recorren una cantidad de 200 km diarios, se diseñó un programa de mantenimiento, el cual consiste en rutinas de mantenimiento diarias como periódicas, las cuales se realizarán de acuerdo a la cantidad de kilómetros recorridos por las unidades.

Debido a que el mantenimiento no es un tema nuevo para la empresa, se evaluaron las actividades de mantenimiento realizadas, actualmente, y se incluyeron en el programa todos los elementos sujetos a mantenimiento, se diseñaron formatos de control de servicios de mantenimiento, formatos de control de gastos, así como una tabla de rutinas de mantenimiento de acuerdo a kilometrajes, con el fin de organizar, de una mejor manera, las actividades de mantenimiento de la empresa.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un programa de mantenimiento adecuado a las necesidades de la empresa, el cual contribuya a que las unidades operen la mayor cantidad de tiempo y con las mejores condiciones.

ESPECÍFICOS

1. Determinar el nivel de trabajo de las unidades que prestan el servicio de transporte.
2. Establecer los niveles de mantenimiento preventivo actuales de la empresa.
3. Determinar las necesidades de mantenimiento preventivo de la empresa.
4. Promover mejoras al mantenimiento preventivo actual de la empresa.
5. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo que permita su aplicación dentro de la empresa.
6. Definir los procedimientos para que el programa de mantenimiento preventivo tenga una fácil aplicación dentro de la empresa.
7. Implementar el programa de mantenimiento preventivo diseñado.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, los precios de los insumos de la industria del transporte se encuentran en crecimiento constante y de manera desproporcionada, como consecuencia del elevado precio del petróleo, se busca la manera de minimizar el impacto que ello tiene en los resultados globales de las empresas, sin embargo, los empresarios y operadores de las empresas del transporte han dejado de lado o no ponen atención a otra serie de situaciones que impactan de igual forma en el mejor funcionamiento de las empresas. Las técnicas de ingeniería permiten optimizar procesos mediante la reducción de operaciones, costos y gastos innecesarios, por lo que la implementación de programas que contribuyan a alcanzar los niveles de trabajo requeridos en las mejores condiciones se convierte en una ventaja competitiva.

Es importante tomar en cuenta que, en la actualidad, las empresas se miden en función de sus resultados económicos, o sea la actividad que generan como entes productivos de bienes o servicios, de ahí que los resultados económicos son el reflejo de las políticas de administración que se implementan en cada una de las empresas, con lo que con un adecuado control en el mantenimiento, se podrá generar un incremento en los beneficios de estas.

En la actualidad, en Guatemala, son pocas las industrias nacionales que hacen uso de la ingeniería para llevar a cabo sus operaciones, entre estas podemos citar a la industria textil, alimenticia, farmacéutica, de la construcción. Estas industrias deben su éxito a la simplificación de operaciones, optimización del recurso, automatización, estandarización de procesos, así como controles industriales que han permitido incrementar la producción reduciendo los costos innecesarios que elevan el precio del producto o servicio.

Dentro de estas pautas y considerando que los mejores niveles de calidad, los más bajos costos y los menores tiempos de entrega están dejando de ser ventajas competitivas para pasar a ser necesidades básicas a los efectos de participar en el juego de mercado, es que han pasado a primer plano diversas técnicas o métodos administrativos que permitieron a estas industrias sobrevivir a diversas crisis y ser catalogadas como de Clase Mundial.

Por lo que con la implementación de técnicas modernas de administración, entre las cuales, una de las más importantes es la de mejora continua, se pueden obtener servicios más eficientes, seguros y que generen los beneficios esperados, unificado a esta situación, las empresas de transporte deben apoyarse en programas de mantenimiento preventivo eficientes, los cuales permitan que los vehículos destinados a la prestación del servicio laboren la mayor cantidad de tiempo en condiciones adecuadas, tanto de operación como de seguridad.

Una adecuada administración del mantenimiento preventivo en las empresas de transporte permitirá reducir significativamente fallas repetitivas, detectar con anticipación elementos propensos a sufrir desperfectos para los cuales, previamente, se programarán actividades de reparación o reemplazo, con lo que se conseguirá disminuir los tiempos muertos de las unidades, obteniendo por parte de los usuarios una creciente fidelidad debido a que la empresa podrá prestar un servicio de alta calidad.

1. ANTECEDENTES GENERALES Y ASPECTOS TEÓRICOS

1.1. Antecedentes del transporte de pasajeros

Se puede definir al transporte como el medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hasta otro. El transporte comercial moderno está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicados en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes. El transporte comercial de personas se clasifica como servicio de pasajeros y el de bienes como servicio de mercancías. Como en todo el mundo, el transporte es y ha sido en Latinoamérica un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas.

Ya en el periodo precolombino los incas poseían un rudimentario pero eficiente sistema de caminos interconectados a lo largo y ancho de su imperio, por el cual trasladaban distintos tipos de mercaderías. Bien a pie o a lomo de llamas sus mercaderías lograban llegar a destino. A veces a través de puentes de cuerdas entre las montañas. Otros pueblos utilizaron canoas o botes como medio de comunicación.

La llegada de los europeos —españoles y portugueses— a lo largo de casi toda América produjo grandes cambios en los medios de transporte. El principal modo de comunicación era el marítimo, dado que era más eficiente y rápido para puertos naturales y para los lugares en los que se construyeron puertos, tanto de mar como de los caudalosos ríos americanos.

El temprano perfeccionamiento del transporte acuático estuvo estimulado por la tendencia de las poblaciones a concentrarse en las costas o las vías fluviales. Los antiguos romanos utilizaban embarcaciones a vela equipadas con varios bancos de remos para transportar a sus ejércitos hasta Cartago y otros teatros de operaciones. La construcción de barcos y el aparejo y manipulación de las velas fueron mejorando con el tiempo. Con estos cambios, junto con la adopción de la brújula marinera, hizo posible la navegación en mar abierto sin avistar la costa.

Al igual que sucedía durante la edad antigua en el Mediterráneo y otras zonas del mundo, el hecho de que los asentamientos coloniales en América estuviesen establecidos por lo general en las costas, los ríos o los lagos, fue a causa y consecuencia de que las primeras rutas de transporte en las colonias fueran las vías fluviales naturales, y los modos más eficientes de viaje se realizaran por barco. El transporte terrestre se desarrolló más despacio. Durante siglos los medios tradicionales de transporte, restringidos a montar sobre animales, carros y trineos tirados por animales, raramente excedían de un promedio de 16 km/h. El transporte terrestre mejoró poco hasta 1820, año en el que se adaptó un motor de vapor a una locomotora e inició, el primer ferrocarril de vapor.

En el siglo XX la formación e instalación de grandes corporaciones de fabricantes ha dado un gran impulso a la producción de vehículos tanto para el uso particular como para el transporte público y de mercancías, así como la exportación a terceros países.

Debido a las amplias relaciones del sector transporte con los demás sectores económicos, así como por su relación directa con aspectos técnicos, existen diversas definiciones que engloban dentro de ellas las actividades que dentro de dicho sector se realizan dependiendo directamente del campo de donde se emanen los criterios vertidos, dentro de nuestro medio existen definiciones de transporte que pueden ser consideradas importantes, desde un punto de vista económico – productivo, el transporte es considerado como un sector esencial de interrelación, desde un punto de vista económico – social, se considera al transporte como uno de los sectores componentes de una agrupación sectorial conformada por los sectores esenciales, en el campo político - administrativo, el sector transporte es considerando como un sector estratégico.

Tomando en cuenta las anteriores definiciones, podemos observar que el transporte está vinculado a una mayúscula serie de actividades y en una forma ejemplificativa se pueden mencionar algunas de ellas:

Actividades económicas

- Comercio interior
- Comercio exterior
- Estructuración de centros de actividades económicas.
- Eliminación de las actividades de autoconsumo y facilitación del mercado interno.

Actividades sociales

- Movimientos migratorios
- Turismo
- Estructuración de centros de población

Actividades político – administrativas

- Integración y unidad nacional
- Ejercitación de la soberanía nacional

a) Clasificación del transporte

Desde el punto de vista político - económico el transporte se puede clasificar de la siguiente manera:

- Transporte interior
- Transporte internacional

Transporte interior

Se define así al conjunto de actividades del transporte realizadas dentro de las áreas donde un país ejerce su soberanía. Dentro de este se pueden encontrar actividades de

- Transporte carretero
- Transporte ferroviario
- Transporte fluvial
- Cabotaje interior
- Transporte aéreo
- Ductos

El transporte carretero interior se refiere a la traslación de personas o bienes utilizando para ello vehículos que se desplazan sobre carreteras dentro de los límites nacionales. El transporte ferroviario interior es referido a las actividades realizadas por los trenes de pasajeros, mixtos y de carga, dentro del país.

El transporte fluvial es el realizado en embarcaciones que se desplazan en ríos o canales, y en Guatemala se aprovecha esta tipificación de transporte en algunos de los ríos de la vertiente del atlántico, aunque su importancia dentro de la economía nacional es mínima o casi nula, representando una importancia mayor en el aspecto social, para las pequeñas comunidades que utilizan este medio como comunicación y para actividades comerciales de pequeña magnitud.

Se conoce como cabotaje interior a las actividades de transporte marítimo costero. En los países centroamericanos la actividad de cabotaje interior es nula.

Se conoce como transporte aéreo interior al movimiento de aeronaves de pasajeros y / o carga que realiza dentro de un sistema nacional de aeropuertos y aeródromos.

El transporte que se realiza por ductos, es referido a líquidos y gases que por medio de gravedad o bombeo se trasladan de un punto a otro. Es frecuente encontrar este tipo de transporte en la traslación del petróleo y sus derivados. Cuando los ductos no atraviesan fronteras políticas se les conoce como ductos interiores. En Guatemala puede observarse el ducto que va desde los posos petroleros del norte del país hacia el puerto Santo Tomas de Castilla, y otro que va desde la costa del puerto San José, Escuintla, a las plantas de las empresas comercializadoras de derivados del petróleo.

Transporte Internacional

Se define así a las actividades de transporte que se ejercitan entre dos o más países. Dentro de esta clasificación se agrupan las actividades de transporte relacionadas a:

- Transporte carretero
- Transporte ferroviario
- Marina mercante
- Cabotaje internacional
- Transporte aéreo
- Transporte fluvial
- Ductos

El transporte carretero internacional se refiere al paso fronterizo de pasajeros y carga a fin de lograr una mejor integración regional, los países elaboran acuerdos para facilitar este tipo de transporte.

El transporte ferroviario internacional se refiere al paso fronterizo de trenes de pasajeros de carga y mixtos, al igual que el transporte carretero internacional se trata de estimular esta tipificación del transporte a fin de lograr una integración regional, siendo característica la de la organización ferroviaria europea; pero en el caso particular de los países centroamericanos además de la existencia de dificultades políticas se presentan dificultades de carácter técnico en su implementación, como por ejemplo, la utilización de diferentes anchos de vías y capacidad soporte.

La marina mercante esta compuesta por la flota naval internacional de pasajeros y carga, disponible para ser utilizada en el traslado de mercaderías y pasajeros entre dos o más países. Es característico entender por Marina Mercante, a la flota naval internacional de carga únicamente, debido esto a que su participación en la economía internacional opaca la de movilización de pasajeros.

El transporte aéreo internacional se refiere a la movilización de pasajeros y/o cargas entres dos o más países por medio de aeronaves.

El Cabotaje Internacional se refiere al transporte marítimo costero que se realiza entre dos o más países. En la actualidad, esta tipificación del transporte carece de importancia en Centro América pero debido a las características geográficas de nuestros países y a la necesidad de desarrollar sus economías podría ser utilizado convenientemente, llegando a cobrar mucha importancia en el futuro, al menos en lo referente al transporte de carga.

En América Latina, los ríos Amazonas y Paraná constituyen importantes vías fluviales de navegación, pero sin duda el canal más importante es el canal de Panamá. Éste une el Atlántico con el Pacífico a través del istmo panameño. Tiene 80,5 km de longitud, 91,5 m de anchura y una profundidad que varía entre 12,8 m y 13,7 m, y alcanza una altura máxima de 26 m sobre el nivel del mar. Se inauguró oficialmente el 21 de junio de 1920, con reconocimiento del derecho de libre paso a las naves de todos los países. La duración de la travesía es de unas ocho horas. La apertura de esta importante vía fluvial supuso una reducción considerable del tiempo de viaje en el tráfico de mercancías por vía marítima a escala mundial.

El transporte por ductos en su modalidad internacional carece de importancia en Guatemala y en general en América Latina y en un futuro a mediano plazo no se vislumbra ninguna posibilidad de implementación y aprovechamiento.

b) Modos de transporte

A fin de unificar criterios debido a la no existencia de una definición rígida a este respecto es común encontrar clasificado el transporte de acuerdo al medio ambiente que se desarrolla, por ejemplo, el aire, el agua o la tierra. Si a los anteriores ambientes se agregan los conocidos como ambientes especiales se tendrá una clasificación completa conocida como modos de transporte.

- Transporte terrestre
- Transporte aéreo
- Transporte acuático
- Transporte en ambientes especiales

c) Submodos de transporte

Es conveniente a fin de visualizar las diferentes especializaciones del transporte, subdividir la clasificación anterior en submodos cuando las características modales lo permitan. Así el modo de transporte terrestre se subdivide en los submodos siguientes

- Transporte carretero
- Transporte ferroviario

El modo de transporte acuático se subdivide en

- Transporte marítimo
- Transporte fluvial
- Transporte lacustre

El modo ambientes especiales se subdivide en diversos tipos de transporte de los cuales se indican los siguientes

- Oleoductos
- Gaseoductos
- Poliductos

d) Medios de transporte

Se define como medios de transporte a las clasificaciones de vehículos utilizados en los diferentes modos de transporte.

En el transporte terrestre los medios más conocidos son

- El bus
- El camión
- El automóvil
- El tren con sus diferentes tipificaciones de carros de arrastre

En el transporte aéreo los medios mas frecuentes de utilización son

- El avión
- La avioneta
- Helicópteros

En el transporte acuático

- Barcos
- Barcazas
- Lanchas

e) Transporte multimodal

En el ejercicio de actividades de comercio internacional se necesita la utilización de más de un modo o submodo de transporte, durante la movilización de la carga desde su origen hasta su destino. La utilización de varios modos o submodos obliga a la celebración de un número de contratos igual al número modal utilizado.

Un ejemplo común en nuestro país es la utilización de camiones para traslado de carga hasta algún puerto, donde la carga será transferida a un barco. La carga es trasladada vía marítima a otro puerto a otro país y allí se transferirá nuevamente a camiones para completar la movilización de la carga. Este sistema comúnmente utilizado se denomina transporte multimodal.

Como se menciona con anterioridad este tipo de transportación internacional de carga implica la celebración de varios contratos. En el ejemplo anterior deberá celebrarse contratos separados para el camión, el barco y para el camión en el país de destino de la carga.

Además de las dificultades del procedimiento anterior debe considerarse el número de transferencias de la carga de un medio a otro, ya que en la práctica se observa que es en ese instante cuando esta sufre los mayores riesgos a la vez que queda desprotegida de responsabilidad, dando origen a largos litigios judiciales, por lo que se hace necesario asegurar la mercancía en cada movilización, lo que trae como consecuencia el encarecimiento del producto y las dificultades de competencia en el mercado. Como una solución a esta problemática se da el surgimiento de un nuevo tipo de empresario conocido como operador de transporte multimodal (OTM), quien acepta la responsabilidad de la mercadería desde su origen hasta su destino, en un solo contrato.

f) Características globales del transporte

A partir de finales de la década de 1950, la infraestructura del transporte en el país se vio muy influida por la participación de Guatemala en los programas de integración económica Centro Americana y por ciertos cambios importantes en el transporte internacional. Poco antes de 1970 se comenzó a adoptar tamaños uniformes para los bultos, procedimientos que se conocieron como “unitarización de la carga” y cuyo ejemplo más notable es el llamado contenedor. Por otra parte en Guatemala llegó a desarrollarse un sistema físico conformado por los diversos modos de transporte, y que se fundamenta, en mayor proporción en los subsistemas vial y ferroviario.

Dicha situación esta íntimamente vinculada con la cadena de transporte integral hacia y desde el exterior, por medio de tres puntos básicos para el trasbordo de pasajeros y carga, que son el aeropuerto La Aurora y los puertos de Santo Tomas y puerto Quetzal. Por otra parte, los movimientos con los países del Mercado Común Centroamericano (MCCA) se efectúan en alrededor del 95%, por medio del sistema de carreteras, con seis puntos fronterizos hacia El Salvador y Honduras. Los dos modos mayoritarios para el transporte de personas hacia y desde el exterior de Guatemala, son el automotor y el aéreo, casi por mitad, mientras que el marítimo registró un 1%.

Como parte del avance del programa de integración económica, en la región desde 1982 se institucionalizo la reunión de ministros responsables del transporte en Guatemala (REMITRAN) que, con sus diversos organismos técnicos tiene a su cargo todo lo relativo al desarrollo del sistema integrado al transporte.

La participación del transporte en la economía de Guatemala fue significativa, ya que en los últimos años alcanzó valores muy constantes del orden del 5.6% del producto interno bruto (PIB), con una cifra de Q. 169.4 millones en 1987. El transporte es el mayor consumidor de energéticos derivados del petróleo, en 1985, el consumo de energía comercial de Guatemala llegó alrededor de 1 millón toneladas de petróleo equivalente (TPE), del cual los diversos modos de transporte utilizaron poco mas de la mitad en forma de diesel y gasolinas.

g) Carreteras y autotransporte

Aunque las carreteras datan en Egipto, Roma y Babilonia desde antes de Cristo, es hasta 1884 que aparece el primer motor de combustión interna, el cual es adaptado a una bicicleta. En 1,889 se observa la aplicación de este tipo de motores a vehículos de transporte colectivo.

h) Clasificación de carreteras

La clasificación de carreteras depende de los objetivos que se persigan en la realización de esta actividad, siendo las clasificaciones más usuales las siguientes:

Por área político - administrativo

- Nacional
- Por departamento

Por el período de uso

- Transitables todo el año
- Transitables en épocas secas

Concentración poblacional

- Urbana
- Rural (fuera del área urbana)
- De retribución por el uso
- Libres
- Peajes

Clasificación político – administrativa

- Internacionales
- Nacionales
- Provincial o estatal
- Municipal

De acuerdo a su función

- Troncales 1er. orden
- Alimentadoras 2do. Orden
- 3er. Orden (Alimentan a las troncales)
etc.
- Rurales o vecinales (Alimentan a las de tipo alimentadoras o
directo a las troncales)

Por el estado superficial

- Pavimentadas Asfalto
 Concreto
- Revestidas (Balastradas)
 Tierra
 Brechas mejoradas, 1 carril, 2 carriles

i) Clasificación del autotransporte

- Automóviles
- Camiones
- Autobuses
- Otros

Automóviles

De acuerdo al tamaño Pequeño
 Mediano
 Grande

De acuerdo al uso Particulares
 Alquiler (taxis)

Autobuses

De acuerdo al tamaño Microbuses (20 a 25 asientos)
 Bus normal (40 asientos)

De acuerdo al recorrido	Urbanos o metropolitanos Suburbanos Extraurbanos (Interurbanos)
De acuerdo a categoría	De lujo (Turísticos) De primera clase De segunda clase Usos especiales (Escuela, fábrica)
De acuerdo al tipo de combustible	Gasolina Diesel Alcohol Gas Eléctricos

j) Transporte por carretera

La construcción de carreteras se incrementó en forma sustancial desde 1,944 hasta 1,980. A partir de entonces declinó casi abruptamente desde 1,985 cuando se inició una tendencia de repunte. La red vial o infraestructura vial, tenía en 1,944 una longitud de 4,000 Km de caminos revestidos de grava, así como otros caminos transitables en verano que conformaba un sistema que unía a una gran cantidad de cabeceras municipales, las normas de diseño eran arcaicas, alejadas de las modernas carreteras pavimentadas que empezaron a introducirse a partir de 1,945, en cambio, a finales del período el país contaba con una red de carreteras del orden de 12,400 Km transitables todo el año, de los cuales poco más de 3,000 estaban pavimentados. Es decir que la longitud de carreteras se incrementó unas 3 veces más en poco más de 40 años. Además, se contaba con más de 1,300 Km de caminos rurales. Por otra parte, la flota de vehículos tuvo un incremento mucho más acelerado, puesto que el parque de 14,000 unidades que se estimó para 1,951, creció a cerca de 190,000 en 1,986. Como consecuencia, las intensidades de tránsito también aumentaron notablemente.

De modo paralelo a estos desarrollos, ocurrió un incremento notable en la cantidad y calidad de calles en las zonas urbanas, sobre todo en la capital, que dispone (1,990) de alrededor de 1,300 Km de calles de las cuales 930 están pavimentadas. El sistema de circulación que alcanza mucho más allá del centro tradicional se configura en la actualidad con varios ejes principales de 4 carriles o más, y un anillo periférico.

En el interior del país aumentó notablemente el volumen de servicios urbanos y extraurbanos, prestados por transportistas de pasajeros y de carga. En 1,951 Guatemala tenía una flota de alrededor de 4,600 camiones y 1,900 autobuses que, a finales del período llegó a más o menos 72,000 vehículos de carga de varios tipos y 8,000 autobuses y microbuses. En la ciudad de Guatemala el transporte público de personas es cada vez más importante y esencial. Se estima que 1,986 realizó el 80% de los viajes de las personas, para lo cual se utilizó una flota de 950 autobuses y 750 microbuses en las grandes urbes del mundo esta proporción es de solo el 20%. Para atender lo relacionado con el registro, control y regulación de los servicios de transporte extraurbano, tanto de carga como de pasajeros, en 1,965 se creó la dirección general de transporte, como dependencia del ministerio de economía, la que en 1,983 pasó a jurisdicción del ministerio de comunicaciones, transporte y obras públicas.

k) Ferrocarriles

La empresa ferrocarriles internacionales de Centroamérica (IRCA), prestó los servicios de transporte privado hasta 1,969, en que pasó a operar como empresa estatal con el nombre de Ferrocarriles de Guatemala (FEGUA). A partir de 1,947, los servicios ferroviarios movilizaron cargas con un volumen promedio anual de 900,000 toneladas, cifra que descendió hasta poco menos de la mitad en 1,988. El movimiento de pasajeros tuvo una caída dramática puesto que después de haber alcanzado la cantidad de 4.2 millones en 1,954, llegó a poco menos de 293,000 personas en 1,988. El equipo también disminuyó en forma considerable. Las locomotoras se redujeron desde 113 en 1,963 a 44 en 1,986, de las cuales 30 eran diesel eléctricas. En el mismo lapso, los carros de carga y pasajeros se redujeron de unos 2,700 a poco más de 1,500.

La vía se reportó en los últimos años con 791 Km de línea principal y 117 de otras vías adoleciendo de las mismas deficiencias técnicas originales como pendientes excesivas, curvas muy cerradas y rieles livianos. Además su situación actual es de gran deterioro, ya que el terraplén está desnivelado, carece en su totalidad de balasto adecuado y los rieles se fracturan porque están fatigados.

El comercio del banano destinado a la exportación representó el volumen de transportes más importantes que efectuaron los ferrocarriles, superando varias veces el de cualquier otro producto, tanto de exportación como de importación, así como el de la carga local entre las estaciones.

El sistema ferroviario ha tenido una participación declinante en el transporte de personas y bienes en los últimos 30 años. Entre otras causas, esto puede atribuirse al mejoramiento y expansión del sistema vial, a problemas de tipo institucional, obsolescencia técnica con altos costos, deficiencia empresarial y falta de mantenimiento. A pesar de lo dicho, realiza todavía la función de movilizar volúmenes importantes de varios productos tradicionales de exportación e importación.

I) Puertos y servicios navieros

Los puertos San José y Champerico en el Pacífico, aún son de “anclaje en el mar”, con trasbordo por medio de lanchones del buque al muelle y viceversa. En 1955, el gobierno creó la Empresa Portuaria Nacional de Champerico, como entidad autónoma, pero controlada por el entonces Ministerio de Hacienda y Crédito Público, con el objeto de prestar los servicios portuarios, así como los de electricidad y suministro de agua a dicha población. A finales de 1968, las instalaciones de San José y Puerto Barrios pasaron a FEGUA.

Desde la década 1970 estos puertos han ido perdiendo su importancia comercial, lo que se acentuó con el funcionamiento de Puerto Quetzal. En 1987, San José atendió solo 11 buques tanqueros que recogieron melaza, y Champerico 14 naves de carga general. En la costa del Atlántico, Puerto Barrios sufrió deterioros en el muelle, ocasionados por el terremoto de 1976 y su nivel de servicio bajó ostensiblemente, atendiendo sólo 31 naves de varios tipos en 1987.

En el período se construyeron dos nuevos puertos: Santo Tomás de Castilla, en el Atlántico, y Puerto Quetzal, en el Pacífico. El de Santo Tomás de Castilla, localizado cerca de Puerto Barrios, tiene un muelle para atraque directo, con una longitud de más de 900 metros y una profundidad de nueve, y está conectado al interior del país por medio de carretera y ferrocarril. La primera etapa de su construcción terminó en 1955, y la segunda en 1969, lo que permitió el atraque simultáneo de seis barcos de altura. Es el puerto más importante de Guatemala y funciona como una entidad gubernamental autónoma.

Guatemala continúa casi totalmente dependiente de más de 60 líneas extranjeras para el transporte marítimo que requiere su comercio internacional. El país pagó en 1,982, la cantidad de US \$ 162 millones por el transporte marítimo y los seguros, sin haber logrado cimentar el sistema de consultas y negociaciones de fletes con las conferencias marítimas.

m) Transporte aéreo

En los últimos años ha disminuido drásticamente el tráfico aéreo interno, con excepción de los servicios a Petén. Ello ha sido por el aumento en la cobertura y el mejoramiento del transporte terrestre extraurbano, al completarse los ejes viales y otras rutas, lo que permitió tarifas mucho más bajas y tiempos favorables para sus operaciones.

Los servicios aéreos internos fueron explotados por AVIATECA, empresa que prestó servicios de correo gratuito al gobierno y otros subsidiarios para el transporte a Petén, con ingresos que provinieron del servicio internacional y de las transferencias del gobierno para cubrir déficits.

En 1986 había 473 aeronaves matriculadas en el país, entre la cuales 18 sobrepasaban las 9 toneladas de peso máximo al despegue. En 1979 el movimiento aéreo comercial registrado en el aeropuerto La Aurora alcanzó un máximo de 625,000 pasajeros, embarcados y desembarcados, cifra que descendió a 418,000 en 1982 y subió a 506,000 en 1986. En 1985 había 538 aeropuertos habilitados en el país, la mayoría de los cuales tenía longitudes de pista de 700 a un poco más de 1,000 metros y superficie de grama. De todos ellos sólo uno estaba habilitado para servicio internacional, La Aurora, en la capital. Desde 1968, este aeropuerto dispone de una nueva terminal de pasajeros e instalaciones para carga.

1.2. Historia de la empresa

Todo inició hace más de veinticinco años cuando el señor Sergio González, viendo la necesidad de los pobladores de San Pedro Sacatepequez, San Marcos, de transportarse hacia la ciudad de Quetzaltenango en búsqueda de operaciones comerciales y de trabajo que les permitieran generar fuentes de ingresos, desarrollar actividades sociales, culturales, deportivas y de cualquier otro tipo, tiene la visión de adquirir un bus Ford, Blue Bird, motor Caterpillar, modelo 1974 con el cual podría prestar este servicio que significaría cubrir una ruta de 50 kilómetros de distancia entre ambas ciudad é iniciaría sus actividades como empresario.

Muchas fueron las dificultades que debieron superarse para que la empresa lograra iniciar sus operaciones, el darse a conocer con los usuarios se hacía posible únicamente por las recomendaciones que podían dar las personas que ya habían hecho uso del servicio, las carreteras por las cuales debía transitarse eran completamente de terracería con lo que en épocas de lluvia era sumamente complicado el movilizarse de un área a otra, los horarios de viaje con los que se contaba eran sumamente pocos debido a que se contaba solamente con una salida a las 5.30 de la mañana y el regreso a las 2.00 de la tarde. En un principio los servicios de mantenimiento para la unidad debieron hacerse de una manera empírica debido a que no se contaba con talleres ni personal capacitado para realizarlos.

Poco a poco y a base de esfuerzo y buen servicio la empresa inició a contar con clientes ya no solo de San Pedro Sacatepequez sino también de la ciudad de Quetzaltenango que decidían viajar por razones comerciales o sociales, fue así que gracias a la dedicación y voluntad de servicio la empresa fue estableciéndose dentro del grupo de usuarios como una de las mejores opciones para movilizarse de una ciudad a otra, debido a que ya no debían arriesgarse a viajar en vehículos que no estaban destinados al transporte de pasajeros para llegar a su destino.

Con el paso del tiempo y bajo el slogan de “Servimos, no competimos”, Transportes González ha continuado prestando su servicio entre estas ciudades, hoy en día con una nueva administración, con trabajo integro y honesto y sus ideas visionarias se ha logrado posicionar como una de las empresas más confiables y aceptadas dentro de los usuarios, siendo los colores de la empresa, rojo, azul y crema no solo una distinción entre las demás empresas que prestan el servicio sino toda una tradición de buen servicio.

Durante muchos años las unidades funcionaron con motores Caterpillar los cuales en su momento fueron lideres en este campo, pero dada la necesidad de prestar cada día un mejor servicio se inicio con la renovación de la flota de unidades con la cual se pretendía optimizar el uso de cada una de estas, por lo que se decidió hacer un cambio radical en su funcionamiento, con lo que la novedad mas significativa fue la utilización de unidades marca International las cuales cuentan con motores que hacen uso de la tecnología de los turbo cargadores con lo cual se consiguió obtener un desempeño optimo en cada una de estas.

La calidad del servicio, el respeto así como la seguridad que se le brinda a los usuarios, ha sido fundamental para que sea no solo la empresa mas utilizada en la ruta que cubre las ciudades de San Pedro Sacatepequez, San Marcos y Quetzaltenango, sino también la más solicitada del área para realizar excursiones y viajes a los lugares turísticos del país de Guatemala así como del área Centroamericana.

Visión de la empresa

Ser la empresa líder de esta región del occidente del país en el transporte de pasajeros con una excelente atención y un servicio de calidad con los más altos niveles de seguridad para sus usuarios.

Misión de la empresa

Crear un ambiente de trabajo que permita proporcionar a los clientes de la empresa un servicio de calidad que genere la rentabilidad esperada y mejore la calidad de vida de los empleados.

Metas de la empresa

- Obtener rentabilidad por medio de la prestación de un servicio de alta calidad que conlleve a la sostenibilidad de la empresa.
- Liderar las operaciones de transporte de pasajeros en la región haciendo un adecuado uso de los recursos con los que se cuenta.
- Mejorar el nivel de vida de sus empleados por medio de una estabilidad laboral.

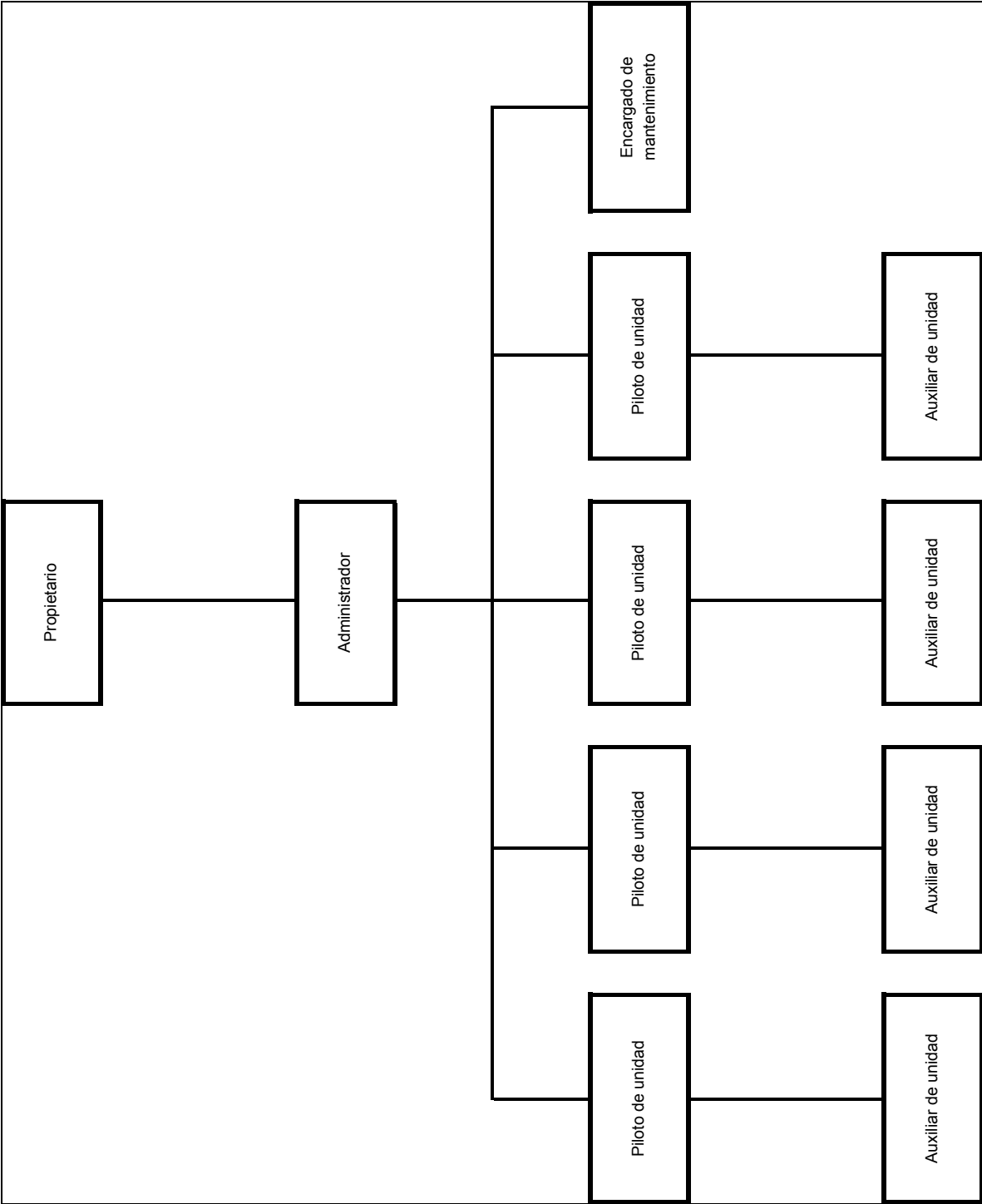
1.3. Administración de la empresa

La empresa Transportes González, es una empresa de raíces familiares por lo que desde sus inicios ha sido administrada y dirigida por sus propietarios, teniendo cada uno de ellos como funciones principales las siguientes

- Toma de decisiones
- Identificación de nuevos clientes
- Establecimiento de la visión productiva de la empresa
- Reclutamiento de personal
- Mantenimiento de la flota de autobuses
- Definir planes de expansión

El organigrama siguiente representa la organización administrativa actual de la empresa

Figura 1. Organigrama actual de la empresa



Propietario

Las principales atribuciones del propietario de la empresa con la intención de administrar y controlar su inversión son

- Definir las metas de la empresa así como la visión a seguir, de acuerdo a la cual se debe mantener una cultura de respeto hacia con los clientes.
- Determinar las mejores opciones de inversión en cuanto a incremento de la flota de unidades, así como de los horarios y rutas a cubrir.
- Determinar los niveles de mantenimiento adecuados para que las unidades trabajen la mayor cantidad de tiempo en las mejores condiciones.
- Tomar las decisiones necesarias para el mejor funcionamiento de la empresa y mantenerse informado respecto a la situación financiera de la misma.
- Reclutar y contratar al personal de acuerdo a habilidades y experiencia de los candidatos.
- Supervisar y evaluar las funciones del personal.
- Representa a la empresa ante terceras personas.

Administrador

El administrador es el encargado de organizar al personal y al recurso a su cargo, sus principales atribuciones son

- Asegurar que las cuotas de producción establecidas se cumplan para lograr la rentabilidad deseada.
- Vela por el cumplimiento de los horarios establecidos tanto de salida como llegada de las unidades.
- Establecer un clima laboral agradable para los empleados.
- Asegurar que se efectúen los trabajos de mantenimiento adecuados para el funcionamiento de las unidades.
- Tener disponibles y en operación el mayor número de unidades de la flota sin que se afecte la vida útil de los buses.

Piloto de unidad

Tiene una unidad a su cargo, con la cual labora de acuerdo a su horario establecido de salida y llegada, sus atribuciones son

- Conducir de una manera responsable que garantice la seguridad de los pasajeros que hacen uso del servicio, así como de la unidad a su cargo.
- Prestar un servicio de mantenimiento diario, consistente en revisión de niveles de aceite y de agua, presión de aire en las llantas, así como una inspección general del vehículo.
- Reportar al administrador cualquier desperfecto en la unidad.
- Requerir los repuestos y lubricantes necesarios en las situaciones de reemplazo planificado o desperfectos en la unidad.

Encargado de mantenimiento

Es responsable del mantenimiento correctivo que deba prestársele a las unidades, esta persona trabaja de manera externa a la empresa con lo cual sus servicios son únicamente requeridos en los casos de fallas mayores que deban ser reparadas y para las cuales los pilotos de las unidades no están capacitados, por ejemplo, reparaciones de motor, caja de velocidades y del diferencial.

Auxiliares de unidad

Son las personas que asisten al piloto de la unidad diariamente en la ruta cubierta por la unidad asignada, sus atribuciones son

- Cobrar el valor del pasaje a los usuarios de la unidad.
- Aportar apoyo en las actividades de mantenimiento diario a la unidad.
- Proporcionar los servicios de limpieza de las unidades.

1.4. Mantenimiento

1.4.1. Definición de mantenimiento

Se considera mantenimiento a la serie de trabajos que se debe ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de el servicio para lo cual fue diseñado. Por lo tanto el mantenimiento en términos generales es conservar o garantizar el funcionamiento. Para el administrador, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando los equipos, instalaciones, etc., siendo este su punto esencial, debido a que de alguna manera suele relacionarse el mantenimiento con una obligación directa de la conservación de tales elementos. El servicio es lo importante, no la maquinaria que lo proporciona.

Por tal motivo se deben equilibrar, en las labores de mantenimiento los factores esenciales siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Costos mínimos de mantenimiento

La eficiencia del mantenimiento se puede definir según los siguientes criterios:

Desde el punto de vista de operaciones, el mantenimiento es eficiente si impide las averías o, en caso de que existieran, si vuelve a poner en servicio el equipo en el menor tiempo posible.

Desde el punto de vista del control de mano de obra, el mantenimiento es eficaz si todo el personal trabaja en todo momento sobre un nivel normalizado de esfuerzo, sin excederse en cuanto a tiempo desocupado, razonable y necesario para satisfacer los requisitos personales.

Desde el punto de vista del control de costos, la eficiencia del mantenimiento podrá medirse en función de la capacidad del departamento del mismo a fin de no sobrepasar su presupuesto de materiales y mano de obra.

Cada uno de estos criterios es real y razonable. Una limitación consiste en que ninguno de los criterios puede considerarse independiente de los demás porque a causa de sus características individuales están en pugna unos con los otros. Como ejemplo, satisfacer los criterios de producción en cuanto a la prevención de desarreglos o la restauración del equipo a la mayor brevedad posible, engendra ineficacia, según los demás criterios, pues es imprescindible una gran cantidad de personal de mantenimiento para tener un servicio rápido en un momento de avería. Como las averías sobrevienen en forma aleatoria, el departamento de mantenimiento tendría que contar con el personal suficiente para satisfacer la demanda máxima, lo cual crearía un exceso de desocupación en los períodos en que la demanda es mínima y así desde el punto de vista de mano de obra, baja significativamente la medida de eficiencia. Al mismo tiempo, con el fin de reintegrar una máquina fallada se toman medidas provisionales para que el equipo trabaje hasta el próximo período de desocupación programada que es cuando se hará la reparación permanente de una avería y a menos que se disponga en el momento de los repuestos, herramienta y personal capacitado para efectuarla, se alarga el período de merma en la producción y en consecuencia se aumenta la magnitud en efectos adversos en cuanto a costos.

En nuestro caso, flotas de vehículos comerciales podemos acrecentar algo más a las definiciones arriba apuntadas. No se trata solamente de mantener, conservar, sino también prevenir fallas, aumentar la vida útil de los vehículos y garantizar un retorno de las inversiones.

En otras palabras, mantenimiento, es el conjunto de operaciones que tiene como objetivo asegurar a los vehículos un máximo de eficiencia, con la menor cantidad y tiempo de paros para reparo.

Este conjunto de operaciones puede ser subdividido en varios niveles dependiendo del tipo y complejidad de los trabajos que serán ejecutados en los vehículos.

1.4.2. Tipos de mantenimiento

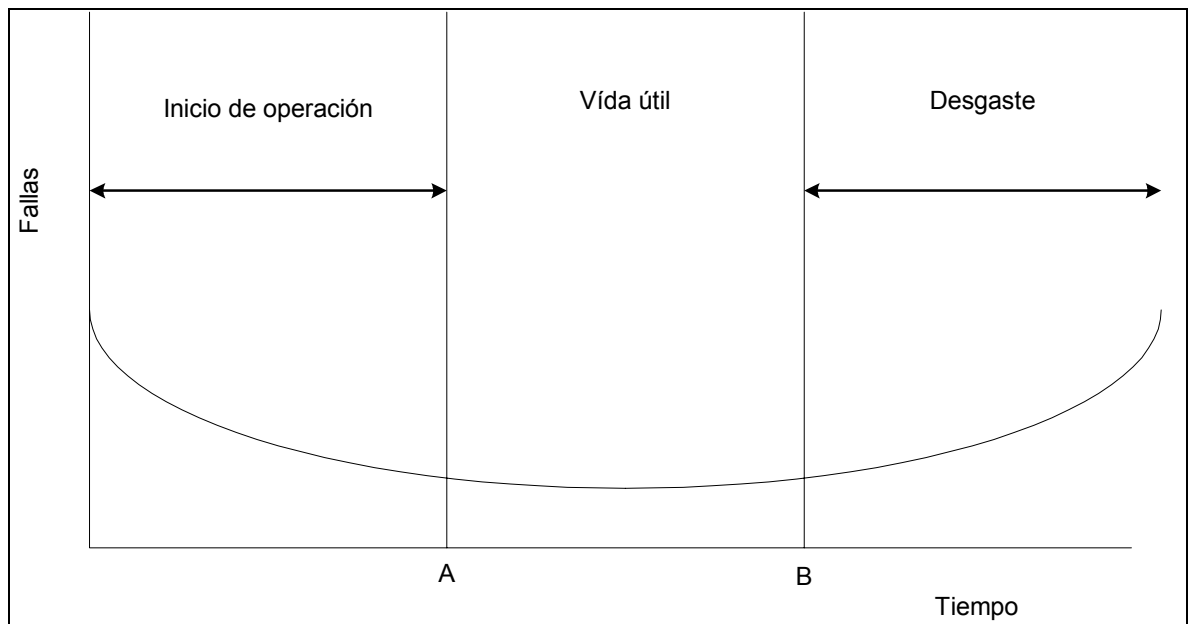
a) Mantenimiento preventivo

Es la ejecución planificada de un sistema de ejecuciones periódicas, cíclicas y programadas de trabajos de mantenimiento previstos o detectados como necesarios.

Su objetivo es la detección precoz de condiciones anormales de trabajo, y de solicitar la ejecución oportuna de trabajos de mantenimiento correctivo de carácter preventivo, para que los problemas apuntados sean corregidos en su fase inicial. Con eso, se busca alcanzar el objetivo técnico que es obtener el máximo de disponibilidad de los vehículos, operando con el máximo de rendimiento. El mantenimiento preventivo, además de disminuir la necesidad de reparos y sus consecuencias negativas, contribuye también para el aumento de la vida útil del vehículo.

Toda maquinaria, equipo o vehículo tiene una durabilidad que es limitada por factores como calidad, condiciones de operación, condiciones de ambiente, de mantenimiento, etc. Con el transcurrir del tiempo, la vida útil de un vehículo puede ser representada por la siguiente curva:

Figura 2. Curva de ciclo operativo de máquinas o equipos



La vida útil del vehículo fue dividida en tres fases:

- Inicio de la operación
- Vida útil
- Desgaste

En la línea horizontal está representado el tiempo y en la vertical, las fallas, que tiene una cierta relación con los costos.

Inicio de operación

El vehículo empieza a operar. Es joven, los componentes están ajustándose y pueden ocurrir fallas de fabricación, funcionamiento o montaje. Es una fase en la que el vehículo merece mayores cuidados, a ejemplo del ser humano durante la infancia.

Vida útil

Es la mejor fase del vehículo; cuando está más disponible, más produce. Aquí las fallas ocurren por razones fortuitas, tales como accidentes, mala operación o falta de mantenimiento. Cuando mayor esta fase, mayor será el rendimiento proporcionado por vehículo a su propietario.

Desgaste

Los componentes empiezan a fallar, dañificándose por desgaste natural, normal. Por lo tanto, para mantener el vehículo en funcionamiento es necesario, reparar, cambiar piezas, etc. Los costos de mantenimiento aumentan sensiblemente. Esta fase es comparada a la vejez del ser humano.

Además de proporcionar mayor disponibilidad, el mantenimiento preventivo aumenta la vida útil del vehículo, ya que previene la presentación de fallas o hace que ellas ocurran más tarde. Siendo el mantenimiento preventivo la fase fundamental para la confiabilidad de la operación, así como otros aspectos anteriormente comentados, algunas empresas objetivando elevar al máximo el grado de confiabilidad del vehículo durante la operación, implementan trabajos de verificaciones minuciosas realizadas por personal especialmente capacitado para su ejecución. Estos trabajos se realizan con periodicidad variable y hacen parte del sistema de mantenimiento preventivo y reciben el nombre de inspección periódica.

El programa completo de mantenimiento preventivo consiste en tres actividades principales:

- Inspección diaria del vehículo
- Cuidado físico
- Programa de inspecciones de mantenimiento

b) Mantenimiento correctivo

Comprende reparaciones en conjuntos mecánico, agregados o piezas del vehículo. Estos servicios no dependen de una programación o previsión y una vez ocurrida la falla, la misma debe ser corregida en el menor tiempo posible, con los menores costos y mejor calidad.

Las fallas en los vehículos son costosas, directa o indirectamente ya que pocas veces falla uno de los elementos sin provocar un desarreglo en algún componente relacionado, creando además riesgos en la seguridad de los pasajeros, del personal y de la misma unidad.

De un modo general, la detección de la necesidad de intervenciones correctivas surge durante la ejecución de los mantenimientos preventivos.

2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de la flota de vehículos

Se puede definir al automóvil como cualquier vehículo mecánico autopropulsado (El movimiento es proporcionado por un sistema de motor de combustión interna), diseñado para su uso en carreteras. El término se utiliza en un sentido más restringido para referirse a un vehículo de ese tipo con cuatro ruedas y pensado para transportar menos de ocho personas. Los vehículos para un mayor número de pasajeros se denominan autobuses y los dedicados al transporte de mercancías se conocen como camiones.

Figura 3. Autobús de pasajeros



El servicio de transporte terrestre de pasajeros es prestado por empresas que hacen uso de automóviles conocidos como autobuses para realizar esta función. Estos automóviles utilizan combustibles como el diesel para su funcionamiento. En Guatemala, la mayoría de los habitantes que viven en zonas rurales realizan largos viajes en autobuses que los llevan hasta el mercado más cercano. También en las zonas urbanas los pobladores que no poseen un vehículo propio hacen uso diariamente de los autobuses para transportarse hacia su lugar de trabajo. El transporte entre los departamentos del país se realiza únicamente por vías terrestres, debido a las limitadas alternativas existentes para no viajar en autobús. Los únicos vuelos son entre Guatemala y Flores. Por otra parte, los autobuses de ciudad ofrecen un servicio económico y continuo dentro de las comunidades de la nación.

a) Flota de vehículos de “Transportes González”

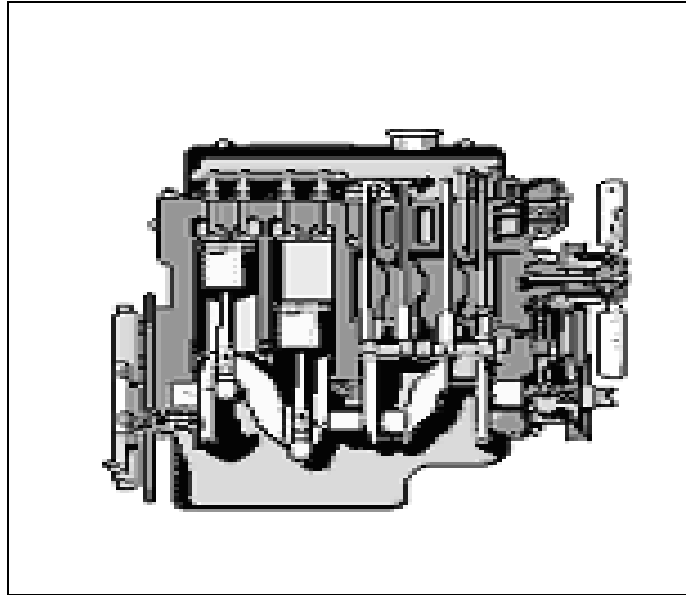
Durante los inicios de operación de la empresa “Transportes González”, las unidades que se utilizaron en su mayoría fueron vehículos marca Ford que hacían uso de motores Caterpillar de 8 cilindros, componentes que fueron líderes en su campo en ese momento; el sistema de frenos era de tipo hidráulico y el sistema de dirección era de tipo mecánico, actualmente la empresa opera con 4 unidades, 3 de las cuales tienen capacidad para transportar a 60 pasajeros, y 1 unidad que tiene capacidad para transportar a 54 pasajeros.

Debido a que el buen funcionamiento de los elementos que componen un vehículo es sumamente importante para que estos presten el servicio para el cual fueron adquiridos, es conveniente dar a conocer algunos conceptos que nos proporcionen una idea más amplia de estos componentes, por lo cual se dan a conocer los siguientes.

b) Motor de combustión interna

Es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la cual es la parte principal de un motor. El motor proporciona energía mecánica para mover el automóvil. La mayoría de los automóviles utiliza motores de explosión de pistones. Los motores de explosión de pistones pueden ser de gasolina o diesel. Los motores diesel son más eficientes y consumen menos combustible que los de gasolina. No obstante, en un principio se utilizaban sólo en camiones debido a su gran peso y a su elevado costo. Además, su capacidad de aceleración era relativamente pequeña. Los avances realizados en los últimos años, en particular la introducción de la turboalimentación, han hecho que se usen cada vez más en automóviles.

Figura 4. Motor de combustión interna.



FUENTE: Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2003

Los motores necesitan ser lubricados para disminuir el rozamiento o desgaste entre las piezas móviles. El aceite, situado en el cárter, o tapa inferior del motor, salpica directamente las piezas o es impulsado por una bomba a los diferentes puntos.

Además, los motores también necesitan refrigeración. En el momento de la explosión, la temperatura del cilindro es mucho mayor que el punto de fusión del hierro. Si no se refrigeraran, se calentarían tanto que los pistones se bloquearían. Por este motivo los cilindros están dotados de camisas por las que se hace circular agua mediante una bomba.

En invierno, el agua suele mezclarse con un anticongelante adecuado, el sistema de refrigeración está dotado de un radiador que tiene diversas formas, pero siempre cumple la misma función: permitir que el agua pase por una gran superficie de tubos que son refrigerados por el aire de la atmósfera con ayuda de un ventilador.

c) Equipo eléctrico

El equipo eléctrico del automóvil comprende

- La batería
- El alternador
- El motor de arranque
- El sistema de luces y otros sistemas auxiliares como limpiaparabrisas o aire acondicionado, además del cableado.

La batería almacena energía para alimentar los diferentes sistemas eléctricos. Cuando el motor está en marcha, el alternador mantiene el nivel de carga de la batería.

d) Transmisión

La potencia de los cilindros se transmite en primer lugar al volante del motor y posteriormente al embrague (Clutch) que une el motor con los elementos de transmisión, donde la potencia se transfiere a la caja de cambios o velocidades. En los automóviles de tracción trasera, (Autobuses o camiones) se traslada a través del árbol de transmisión (flecha cardán) hasta el diferencial, que impulsa las ruedas traseras por medio de los palieres o flechas. En los de tracción delantera, que actualmente constituyen la gran mayoría, el diferencial está situado junto al motor, con lo que se elimina la necesidad del árbol de transmisión.

e) Embrague

Todos los automóviles tienen algún tipo de embrague. En algunos automóviles suele accionarse mediante un pedal, mientras que en otros suele ser automático o semiautomático. Los dos sistemas principales son el embrague de fricción y el embrague hidráulico; el primero, que depende de un contacto directo entre el motor y la transmisión, está formado por el volante del motor, un plato conductor que gira junto a éste y un disco conducido o de clutch situado entre ambos que está unido al eje primario o flecha de mando de la caja de cambios. Cuando el motor está embragado, el plato conductor presiona el disco conducido contra el volante, con lo que el movimiento se transmite a la caja de cambios. Al pisar el pedal del embrague, el volante del motor deja de estar unido al disco conducido.

f) Caja de cambios

Los motores desarrollan su máxima potencia a un número determinado de revoluciones. Para optimizar la eficiencia del motor se utiliza el cambio de marchas, que es un sistema que modifica las relaciones de velocidad y potencia entre el motor y las ruedas motrices. Una caja de cambios convencional proporciona cuatro o cinco marchas hacia delante y una marcha atrás o reversa.

g) Suspensión, dirección y frenos

La suspensión del automóvil está formada por los amortiguadores, estabilizadores, ruedas y neumáticos. Los estabilizadores son unas barras de acero elástico unidas a los amortiguadores para disminuir el balanceo de la carrocería y mejorar la estabilidad del vehículo.

La dirección se controla mediante un volante (Timón) montado en una columna inclinada y unido a las ruedas delanteras por diferentes mecanismos. En algunos automóviles, sobre todo los más grandes, se utiliza un mecanismo hidráulico que reduce el esfuerzo necesario para mover el volante.

Un automóvil tiene generalmente dos tipos de frenos: el freno de mano, o de emergencia, y el freno de pie o pedal. El freno de emergencia suele actuar sólo sobre las ruedas traseras o sobre el árbol de transmisión. El freno de pie de los automóviles modernos siempre actúa sobre las cuatro ruedas. Los frenos pueden ser de tambor o de disco; en los primeros. El freno de tambor, usa un par de zapatas abatibles que presionan contra el interior de un tambor mediante una palanca mecánica o un cilindro hidráulico.

En el freno de aire, la presión del aire mantiene apartados la zapata y el tambor mientras el vehículo está en movimiento. Los frenos actúan cuando disminuye la presión. Este método elimina el peligro de un fallo de los frenos a causa de una pérdida de aire. Si el sistema de aire comprimido tiene una fuga los frenos entran en funcionamiento de forma automática. La mayoría de vehículos pesados, en especial camiones articulados y autobuses, usan frenos de aire.

Tal y como se indicó anteriormente, la flota de vehículos de “Transportes González”, la conforman 4 unidades, a continuación se indican los datos técnicos de cada una de estas.

Vehículo 1

Marca:	International
Carrocería:	Blue Bird
Modelo:	1990
Capacidad:	54 pasajeros
Motor.	DT466 (Turbo Cargado)
Ejes:	2
Transmisión:	Mecánica
Sistema de frenos:	Neumático (De aire comprimido)
Sistema de dirección:	Hidráulico

Vehículo 2

Marca:	International
Carrocería:	Blue Bird
Modelo:	1992
Capacidad:	60 pasajeros
Motor.	DT360 (Turbo Cargado)
Ejes:	2
Transmisión:	Mecánica
Sistema de frenos:	Neumático (De aire comprimido)
Sistema de dirección:	Hidráulico

Vehículo 3

Marca:	International
Carrocería:	Blue Bird
Modelo:	1993
Capacidad:	60 pasajeros
Motor.	DT360 (Turbo Cargado)
Ejes:	2
Transmisión:	Mecánica
Sistema de frenos:	Neumático (De aire comprimido)
Sistema de dirección:	Hidráulico

Vehículo 4

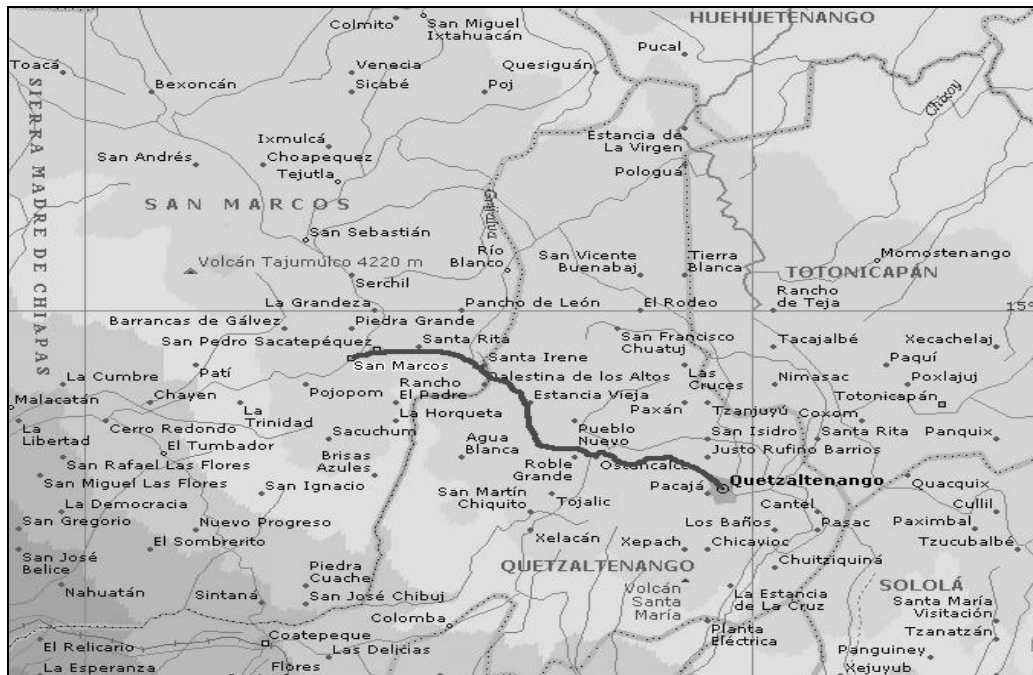
Marca:	International
Carrocería:	Blue Bird
Modelo:	1994
Capacidad:	60 pasajeros
Motor.	DT360 (Turbo Cargado)
Ejes:	2
Transmisión:	Mecánica
Sistema de frenos:	Neumático (De aire comprimido)
Sistema de dirección:	Hidráulico

2.2. Ruta cubierta por la empresa

Las unidades cubren una ruta diaria de 100 Km, los cuales corresponden a la distancia entre las ciudades de San Pedro Sacatepequez, San Marcos (Terminal de buses), y Quetzaltenango (Terminal de buses) y viceversa, transitando las vías que comunican con las comunidades siguientes:

- San Isidro Chamac
- San Antonio Sacatepequez
- Santa Irene
- Palestina de los altos
- San Juan Ostuncalco
- San Mateo

Figura 5. Ruta, San Pedro Sacatepequez, S. M. - Quetzaltenango



FUENTE: Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2003

Debido a que la distancia recorrida es relativamente corta, cada una de las unidades presta el servicio en 2 horarios de salida desde San Pedro Sacatepequez, San Marcos hacia Quetzaltenango y viceversa con lo cual la distancia recorrida total diaria por unidad es de 200 Km.

2.3. Mantenimiento actual de la empresa

La empresa hace uso de mantenimientos preventivos y correctivos para lograr que sus vehículos operen durante la mayor cantidad de tiempo en condiciones adecuadas de funcionamiento.

Las unidades que conforman la flota de vehículos reciben los siguientes tipos de mantenimiento:

Mantenimiento primario

Permite detectar situaciones desfavorables mediante una inspección rutinaria que es puesta en práctica al iniciar operaciones (antes de la primera salida del día).

Esta inspección rutinaria es llevada a cabo por el piloto de la unidad conjuntamente con el auxiliar de esta; esta consiste en las siguientes actividades:

TABLA I. Operaciones de mantenimiento primario

Compartimiento	Operación
Motor	Revisión y ajuste de nivel de aceite de motor.
	Revisión y ajuste del nivel de agua del radiador.
	Revisión y ajuste de aceite hidráulico (Dirección).
	Revisión de posibles fugas de aceite, agua y aire comprimido.
Sistema eléctrico	Revisión de la carga del acumulador (batería).
	Revisión de luces exteriores e interiores.
Llantas y aire comprimido	Revisión y ajuste de presión de aire en neumáticos (Llantas).
	Revisión del sistema de aire comprimido, mangueras e implementos.
Suspensión y frenos	Graduación del sistema de frenos.
	Revisión de suspensión (Hojas de resorte).
Carrocería	Limpieza de la unidad tanto del interior como del exterior.

Mantenimiento preventivo

Para lograr que las unidades operen la mayor cantidad de tiempo y en las mejores condiciones, se han creado rutinas de mantenimiento preventivo, con las cuales se persigue aumentar la vida útil de las unidades y evitar fallas imprevistas que ocasionen paros no planificados que impidan la operación de las unidades. Las rutinas de servicio de mantenimiento preventivo se citan a continuación.

Servicio Tipo 1

Este tipo de servicio tiene aplicación al momento de cumplirse una de las 2 siguientes situaciones.

- Que se hayan recorrido seis mil Km (6,000) a partir del último servicio.
- Que se haya cumplido un mes de trabajo diario no importando el kilometraje.

Las operaciones efectuadas a las unidades en este tipo de servicio son:

TABLA II. Operaciones de mantenimiento Tipo 1

Compartimiento	Operación
Motor	Reemplazo de aceite de motor.
	Reemplazo de filtros de aceite.
	Reemplazo de filtro de agua.
	Revisión y nivelación del líquido refrigerante del motor.
	Revisión y nivelación del líquido anticongelante del radiador.
	Reemplazo de filtro de combustible.
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación de aceite de diferencial y caja de transmisión.
	Reemplazo de zapatas de frenos, en los 2 ejes.
	Revisión de rodamientos en ambos ejes.
	Lubricación de tren delantero, tren trasero y eje de transmisión.

Continuación

Sistema eléctrico	Revisión y nivelación del líquido del acumulador.
	Revisión de iluminación interna y externa, (luces de emergencia, luces de frenos y retroceso, luz baja y alta, pida vías).
	Revisión del sistema eléctrico, motor de arranque y alternador
Suspensión y frenos	Inspección general del sistema de frenos.
	Inspección general del sistema de suspensión.
Carrocería	Inspección general de la estructura (carrocería, chasis y tapicería).

Servicio Tipo 2

Este tipo de servicio es aplicado en periodos de 3 meses, en el cual las revisiones e inspecciones son más detalladas que en el servicio 1 debido a que en este se debe detectar situaciones de desgaste en el sistema de frenos, embrague, enfriamiento, transmisión, dirección y en las llantas, que puedan generar fallos que provoquen la pérdida de productividad en las unidades.

Las operaciones efectuadas en este tipo de servicio son las siguientes:

TABLA III. Operaciones de mantenimiento Tipo 2

Compartimiento	Operación
Motor	Reemplazo de aceite de motor. Reemplazo de filtros de aceite. Reemplazo de filtro de agua. Revisión y nivelación del líquido refrigerante del motor. Revisión y nivelación del líquido anticongelante del radiador. Reemplazo de filtro de combustible. Reemplazo de fajas de motor. Reemplazo de filtro de aire. Limpieza y calibración de inyectores Limpieza y calibración de bomba de inyección.
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación de aceite de diferencial y caja de transmisión. Lubricación de tren delantero, tren trasero y eje de transmisión. Revisión de rodamientos en ambos ejes. Reemplazo de aceite de diferencial. Reemplazo de aceite de caja de transmisión.
Sistema eléctrico	Revisión y nivelación del líquido del acumulador. Revisión del sistema eléctrico, motor de arranque y alternador. Revisión de iluminación interna y externa, (luces de emergencia, luces de frenos y retroceso, luz baja y alta, pide vías).
Suspensión y frenos	Reemplazo de zapatas de frenos, en los 2 ejes. Revisión general del sistema de frenos.
Carrocería	Revisión general de la estructura (carrocería, chasis y tapicería).

Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es aplicado en situaciones eventuales en las cuales se generó una falla no planificada que requiere un reemplazo de piezas o una revisión mayor que implique el paro del vehículo durante el tiempo que las operaciones de reparación se efectúen. Entre las principales operaciones que se realizan en un taller externo se encuentran las siguientes

- Reparación de motor
- Reparación de caja de velocidades
- Reparación de diferenciales
- Reparación de ejes traseros y delanteros
- Reparación de suspensión
- Enderezado y pintura

2.4. Responsables del mantenimiento de la empresa

El piloto de la unidad es una de las personas claves en el mantenimiento del vehículo en vista que es la persona que más tiempo dedica a su uso. Por lo tanto es el responsable directo de velar por el cumplimiento de las rutinas de mantenimiento primario y preventivo de acuerdo a las revisiones diarias y al control de los kilómetros recorridos por el vehículo, además realizar reparaciones menores o sencillas para lograr el normal funcionamiento del vehículo. Es responsabilidad del piloto ingresar el vehículo a su cargo al taller mecánico para la realización de trabajos que no puedan ser atendidos por él, recibir de conformidad y revisar los trabajos realizados por el taller mecánico.

Por su vinculación directa con el uso del vehículo, el piloto debe poseer conocimientos básicos de mantenimiento primario y preventivo a fin de estar en la capacidad de poder resolver problemas sencillos del funcionamiento del vehículo a su cargo.

3. PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. Diseño del programa de mantenimiento

Un programa de mantenimiento primario y preventivo consiste en establecer rutinas de inspección y comprobación, que sirvan de guía al encargado del mantenimiento en la ejecución del servicio en intervalos establecidos, a efecto de proteger los vehículos, prolongar la vida útil y reducir los costos de mantenimiento.

3.1.1. Análisis e interpretación de los resultados de la evaluación

La ruta cubierta por la empresa es la distancia que existe entre las ciudades de San Marcos y Quetzaltenango, la cual equivale a 100 km de recorrido en el viaje de ida y vuelta. Las unidades laboran diariamente siguiendo un programa de trabajo de acuerdo al cual diariamente deben cubrir 2 horarios de salida con lo que se recorre una distancia de 200 Km como resultado de sus 2 viajes efectuados.

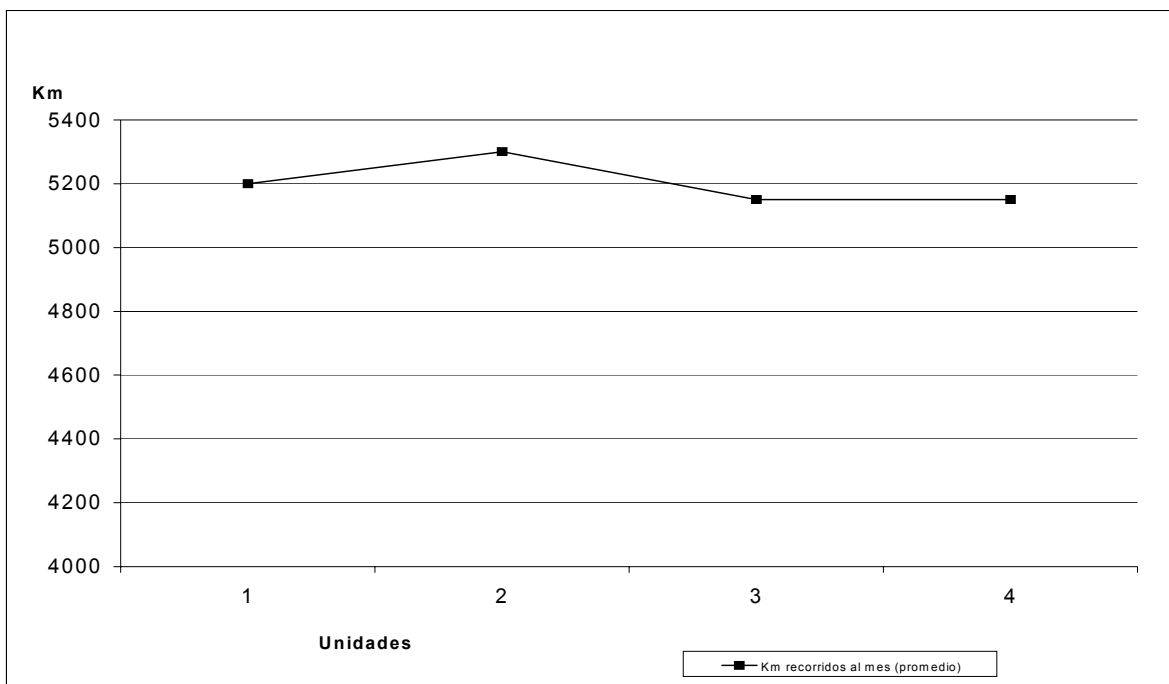
De acuerdo a un análisis realizado (Octubre 2005 – Enero 2006) para estimar el tiempo promedio en días trabajados en un período de un mes se determinó que cada unidad labora en promedio 26 días (mes calendario), en un horario de trabajo de lunes a sábado, el cual se ve interrumpido únicamente en el momento en que se genera una falla no prevista la cual imposibilita la circulación de la unidad.

Tabla IV. Días trabajados por unidad (Promedio)

Unidad	Días trabajados				Días trabajados por mes por unidad (promedio)	Km recorridos al mes (promedio)
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero		
1	26	27	25	26	26	5200
2	27	26	26	27	27	5300
3	26	26	25	26	26	5150
4	25	27	26	25	26	5150
Promedio mensual	26	27	26	26	26	5200

El monitoreo del programa de trabajo de acuerdo al cual opera la empresa permitió establecer que durante un mes de labores las unidades llegan a acumular un promedio de 5,200 Km recorridos producto de las 2 salidas establecidas diariamente, las cuales cubren una distancia total de 100 Km por cada una para alcanzar los 200 Km diarios recorridos.

Figura 6. Kilómetros recorridos al mes (promedio)



Actualmente el programa de mantenimiento de la empresa hace uso de 2 diferentes tipos de rutinas, las cuales se realizan de la siguiente manera:

- **Servicio tipo 1**

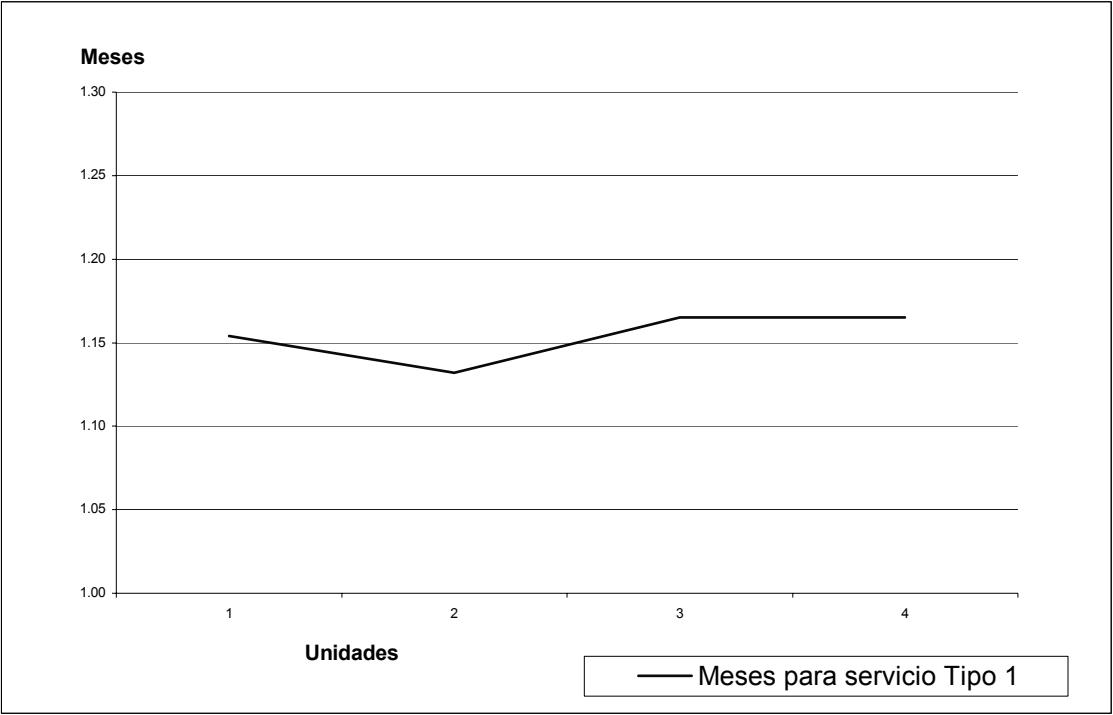
Este tipo de servicio es aplicado a una unidad en el momento en que acumuló 6,000 Km, a partir del último servicio, los cual se alcanza en un periodo de trabajo de 1.15 meses en promedio (equivalente a 30 días laborados).

Tabla V. Tiempo mínimo para servicio

Unidad	Meses para servicio Tipo 1	Tiempo laborado en días para alcanzar servicio Tipo 1
1	1.15	30
2	1.13	29
3	1.17	30
4	1.17	30
Promedio mensual	1.15	30

Las unidades en un mes ininterrumpido de labores operan un máximo de 26 días (de un mes calendario), en el cual diariamente se recorren 200 Km, con lo cual para alcanzar los 6,000 Km necesarios para realizar un servicio tipo 1, se necesitan 30 días laborados, lo que significa un mes calendario mas 4 días adicionales.

Figura 7. Meses necesarios para servicio Tipo 1



- **Servicio tipo 2**

Es aplicado en períodos de 3 meses calendario no importando el kilometraje recorrido, este es un tipo de servicio preventivo que combina operaciones de mantenimiento correctivo debido a que por ser más detallado se puede detectar situaciones que puedan generar una falla, dentro de sus operaciones se encuentra realizar revisiones minuciosas y sustituciones de piezas que lo ameriten. Se revisa por completo el sistema de frenos y el sistema de ejes, se inspecciona la caja de velocidades y se revisa y calibra piezas del sistema de inyección de combustible del motor. En este tipo de servicio se reemplaza en su mayoría, los lubricantes, grasas y líquidos anticongelantes y refrigerantes.

3.1.2. Identificación de las necesidades de mantenimiento

Actualmente la empresa cuenta con un programa de mantenimiento el cual permite que las unidades laboren la mayor cantidad de tiempo en buenas condiciones tanto operativas como de seguridad, consiguiendo que los paros por fallas sean mínimos, tomando en cuenta que durante el período evaluado (Octubre de 2,005 a Enero de 2,006) las unidades operaron la mayor cantidad de días disponibles por mes, suspendiendo actividades únicamente en las situaciones de fallas que significaron su ingreso a un taller de servicio para efectuar una reparación mayor que no sobrepaso de un día.

El programa actual no cuenta con un reporte de seguimiento de servicios, con lo cual se dificulta el llevar un registro de las operaciones de mantenimiento efectuadas, imposibilitando el manejo de indicadores de operación, funcionamiento y rendimiento de cada unidad.

Para poder mantener una adecuada administración de las unidades se pueden utilizar tarjetas de controles de mantenimiento, cuyo objetivo es sistematizar y llevar un control de las operaciones realizadas en el mantenimiento de las unidades. Para asegurar el seguimiento de los controles del programa de mantenimiento, se requiere la participación de distintos niveles jerárquicos, a quienes les corresponde cumplir con determinadas funciones orientadas a fortalecer dicho sistema. Le corresponde al administrador la responsabilidad de dirigir eficientemente la ejecución de las rutinas de mantenimiento. En este sentido debe mantener vigente información sobre aspectos relacionados con los vehículos tales como:

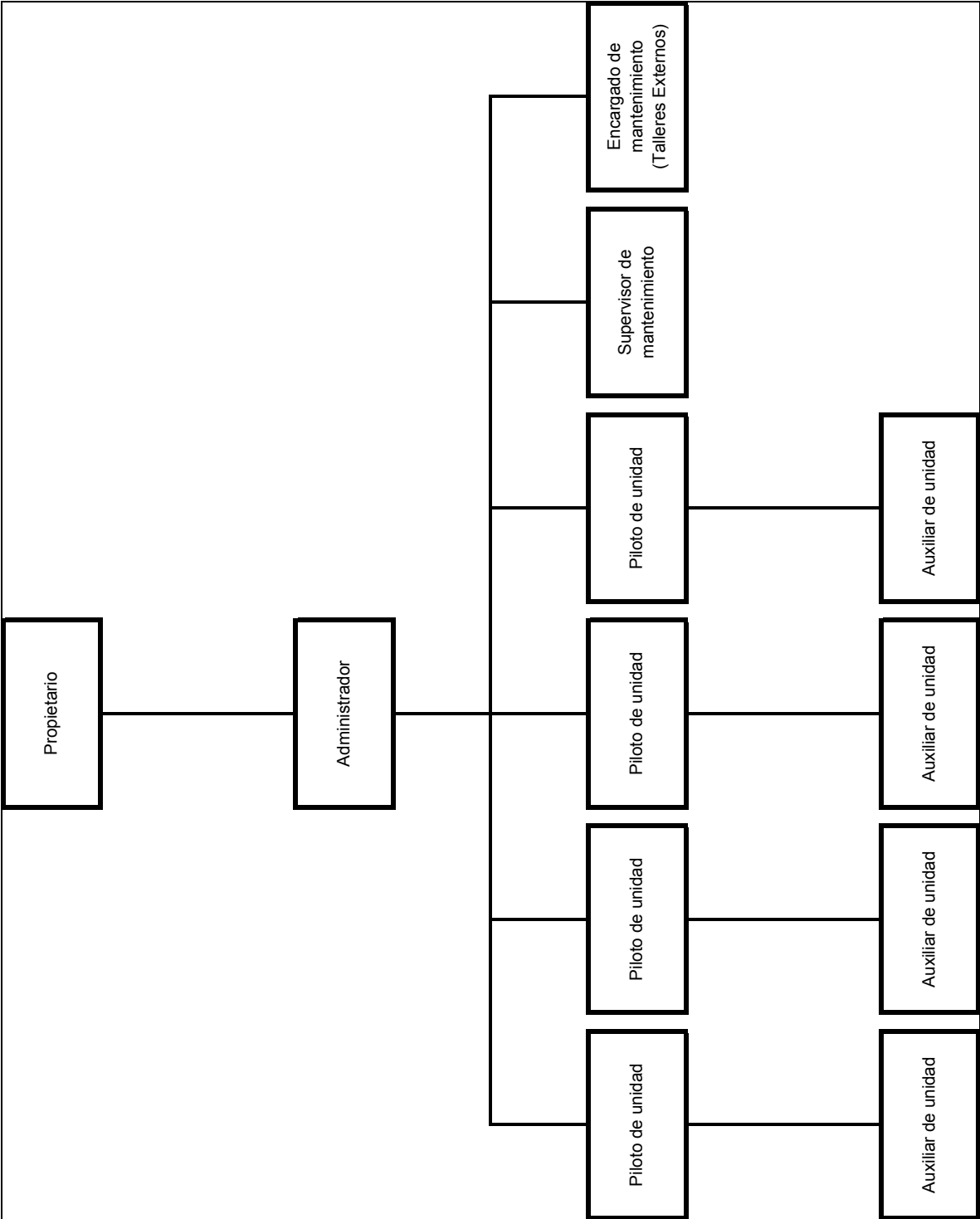
- Estado de funcionamiento de vehículos
- Autorización de servicios
- Costo de mantenimiento por vehículo
- Kilómetros recorridos por vehículo

El administrador con el propósito de conservar una ejecución eficiente de los servicios de mantenimiento deberá apoyarse en un supervisor de mantenimiento que tendrá las siguientes atribuciones:

- Cotizar repuestos, lubricantes y aditivos.
- Comprar repuestos, lubricantes y aditivos.
- Preparación de formato de compra para las adquisiciones.
- Llevar un control detallado de los gastos de cada vehículo, tanto semanal, mensual así como anualmente por medio de hojas electrónicas (Microsoft Excel).
- Presentar informes de los gastos al administrador.
- Programar las actividades de mantenimiento.
- Mantenerse en contacto con los talleres de mantenimiento que prestan servicio a las unidades.
- Verificación de cumplimiento de las rutinas de mantenimiento.
- Llevar un seguimiento detallado sobre los niveles de trabajo de las unidades por medio del formato de control de mantenimiento.
- Utilizar la tabla de rutinas de mantenimiento para realizar en el momento exacto las operaciones de mantenimiento correspondientes.

Con la implementación del Supervisor de Mantenimiento el organigrama de la empresa debe ser el siguiente:

Figura 8. Organigrama mejorado



Con el propósito de establecer una programación exacta de los servicios de mantenimiento se propone la siguiente tabla de rutinas de servicio,

TABLA VI. Tabla de rutinas de mantenimiento basada en kilometrajes

Servicio Primario	Servicio I (Km)	Servicio II (Km)	Servicio III (Km)
Todos los días al antes de iniciar operaciones	6000	18000	60000
	12000	36000	
	24000	54000	
	30000		
	42000		
	48000		

Para el servicio primario, se debe hacer uso de las operaciones de mantenimiento primario actuales de la empresa. *Ver tabla I.*

Para los servicios tipo I y II se realizaron mejoras que permitirán darle mantenimiento a elementos a los cuales no se les aplicaba, adicionalmente se agregó un servicio de tipo III el cual será aplicable en el momento de alcanzar los 60,000 km recorridos.

Las operaciones del programa de mantenimiento que deberán realizarse en cada servicio son las siguientes:

Para el servicio tipo I

Tabla VII. Servicio tipo I mejorado

Compartimento	Operación a realizar	Elemento	Tiempo para realizar reemplazos de elementos (En días)						
			30	60	90	120	150	180	Más de 180 días
Motor	Reemplazo	Aceite de motor.	x						
	Reemplazo	Filtros de aceite.	x						
	Reemplazo	Filtro de agua.			x				
	Reemplazo	Filtro de combustible.	x						
	Revisión y nivelación	Líquido refrigerante del motor.						x	
	Revisión y nivelación	Líquido del timón hidráulico						x	
	Revisión y nivelación	Líquido anticongelante del radiador.						x	
	Inspección	Manueras de radiador							
	Inspección	Fajas (Tensión y condición)						x	
	Limpeza	Motor							
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación	Aceite de diferencial y caja de transmisión.							
	Revisión	Rodamientos en ambos ejes.							x
	Lubricación	Tren delantero, tren trasero y eje de transmisión.							
Sistema eléctrico	Revisión y nivelación	Líquido del acumulador.							
	Revisión	Iluminación interna y externa							
	Revisión	Sistema eléctrico, motor de arranque y alternador							
	Revisión	Luces de emergencia.							
	Revisión	Luz baja y alta, pida vías.							
	Revisión	Luces de frenos y retroceso.							
	Revisión y limpieza	Batería y Bornes							
Suspensión y frenos	Inspección general	Sistema de frenos.	x						
	Inspección general	Sistema de suspensión.							
	Inspección general	Pedal de freno y clutch (Juego libre)							
	Revisión	Neumáticos						x	
	Calibración	Presión de aire en neumáticos							
Carrocería	Inspección general	Estructura (carrocería, chasis y tapicería).							
	Limpeza	Exterior del vehículo							

Para el servicio tipo II

Tabla VIII. Servicio tipo II mejorado

Compartimiento	Operación a realizar	Elemento	Tiempo para realizar reemplazos de elementos (En días)						
			30	60	90	120	150	180	Más de 180 días
Motor	Reemplazo	Aceite de motor	x						
	Reemplazo	Filtros de aceite	x						
	Reemplazo	Filtro de agua			x				
	Revisión y nivelación	Líquido refrigerante del motor						x	
	Revisión y nivelación	Líquido anticongelante del radiador						x	
	Revisión y nivelación	Líquido del tmón hidráulico						x	
	Reemplazo	Filtro de combustible	x						
	Reemplazo	Fajas de motor						x	
	Reemplazo	Filtro de aire						x	
	Limpieza y calibración	Injectores							x
	Limpieza y calibración	Bomba de inyección							x
	Limpieza	Motor							x
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación	Aceite de diferencial y caja de transmisión			x				
	Lubricación	Tren delantero, tren trasero y eje de transmisión							x
	Revisión	Rodamientos en ambos ejes							x
	Reemplazo	Aceite de diferencial			x				
	Reemplazo	Aceite de caja de transmisión			x				
Sistema eléctrico	Revisión	Iluminación interna y externa							
	Revisión	Sistema eléctrico, motor de arranque y alternador							
	Revisión	Luces de emergencia							
	Revisión	Luz baja y alta, pide vías	x						
	Revisión	Luces de frenos y retroceso							
	Revisión y limpieza	Batería y Bornes							
	Revisión y nivelación	Líquido del acumulador						x	
Suspensión y frenos	Reemplazo	Zapatas de frenos, en los 2 ejes	x						
	Revisión	Neumáticos							
	Calibración	Presión de aire en neumáticos							
	Inspección general	Sistema de frenos							
Carrocería	Inspección general	Estructura (carrocería, chasis y tapicería)							
	Limpieza	Exterior del vehículo							

Para el servicio tipo III

Tabla IX. Servicio Tipo III

Compartimiento	Operación a realizar	Elemento	Tiempo para realizar reemplazos de elementos (En días)							
			30	60	90	120	150	180	Más de 180 días	
Motor	Reemplazo	Aceite de motor	x							
	Reemplazo	Filtros de aceite	x							
	Reemplazo	Filtro de agua			x					
	Revisión y nivelación	Líquido refrigerante del motor						x		
	Revisión y nivelación	Líquido anticongelante del radiador						x		
	Revisión y nivelación	Líquido del timón hidráulico						x		
	Reemplazo	Filtro de combustible	x							
	Reemplazo	Fajas de motor						x		
	Reemplazo	Filtro de aire						x		
	Limpieza y calibración	inyectores								x
	Limpieza y calibración	Bomba de inyección								x
	Calibrado	Válvulas								x
	Retorqueo	Culata								x
	Inspección	Velocidad ralenti del motor	x							
	Limpieza	Motor								x
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación	Aceite de diferencial y caja de transmisión			x					
	Lubricación	Tren delantero, tren trasero y eje de transmisión								
	Revisión	Rodamientos en ambos ejes								
	Reemplazo	Aceite de diferencial								
	Reemplazo	Aceite de caja de transmisión								
Sistema eléctrico	Revisión	Iluminación interna y externa								
	Revisión	Sistema eléctrico, motor de arranque y alternador								
	Revisión	Luces de emergencia								
	Revisión	Luz baja y alta, pide vías								
	Revisión	Luces de frenos y retroceso								
	Revisión y limpieza	Batería y Bornes								
	Revisión y nivelación	Líquido del acumulador								
Suspensión y frenos	Reemplazo	Zapatas de frenos, en los 2 ejes	x							
	Revisión	Neumáticos								x
	Calibración	Presión de aire en neumáticos								
	Inspección general	Sistema de frenos								
Carrocería	Inspección general	Estructura (carrocería, chasis y tapicería)								
	Limpieza	Exterior del vehículo								

3.1.3. Insumos utilizados

3.1.3.1. Repuestos

Los repuestos son las piezas que son utilizados para reemplazar a todos aquellos componentes que hayan alcanzado su límite de capacidad operativa, permitiendo a las unidades laborar con las condiciones deseadas. Estas piezas pueden encontrarse en refaccionarias, centros de servicio o agencias de venta, en las cuales se mantiene un inventario aceptable. Los repuestos pueden ser desde un tornillo hasta un conjunto de piezas para reparación del motor, caja de velocidades o diferencial.

Los inventarios de repuestos que se deben manejar en la empresa son mínimos debido a que en su mayoría estos son lubricantes, filtros, grasas, partes de frenos, neumáticos, etc. Los cuales tienen un fácil manejo y no necesitan de un espacio físico muy grande para su almacenaje.

De acuerdo a que los reemplazos mas frecuentes son de aceites lubricantes, en promedio mensualmente debe contarse con lo siguiente

- 4 cubetas de aceite de motor
- 8 filtros de aceite
- 4 filtros de combustible
- 4 Juegos de zapatas de frenos delanteros y traseros

3.1.3.2. Lubricantes

La lubricación es una de las actividades más importantes en el mantenimiento preventivo. La vida útil de las unidades depende en gran parte de una correcta lubricación pues un alto porcentaje de fallas son consecuencia de una lubricación defectuosa. Normalmente pensamos que el aceite lubricante sirve solo para lubricar el motor, reduciendo las pérdidas y el desgaste del mismo, pero el aceite tiene además otras funciones entre las cuales están:

- Lubricar las partes móviles para reducir el desgaste.
- Lubricar las partes móviles para reducir las pérdidas de potencia a causa del rozamiento.
- Colaborar con la refrigeración de las diversas partes, actuando como refrigerante.
- Amortiguar y absorber los choques en los cojinetes y otras partes del motor, reduciendo el ruido del motor, con lo cual aumenta la duración de esas piezas.
- Mantener limpias las diversas partes del motor arrastrando el polvo y otras partículas extrañas.

En principio la característica más importante de los aceites es la viscosidad, misma que se refiere a la resistencia que el líquido opone a fluir. La SAE (Society of Automotive Engineers), organización estadounidense, establece 2 escalas para clasificar la viscosidad, una para aceites de servicio en invierno y otra para cualquier otro tiempo. La viscosidad se mide con un instrumento llamado viscosímetro, debe especificarse la temperatura a la que se realizó el ensayo, puesto que las temperaturas afectan notablemente a la viscosidad. Valores más bajos indicarán menos viscosidad.

Entre los aceites para invierno se establecen tres grados

- SAE 5W
- SAE 10W
- SAE 20W

La W es el distintivo que califica a los aceites para invierno.

Para los otros, los grados son: SAE 20, SAE30, SAE40 Y SAE50. Algunos aceites son llamados multigrados, es decir en cuanto a viscosidad son equivalentes a varios aceites de grado simple: Así por ejemplo un aceite SAE10W-30 equivale a un aceite SAE 10W, SAE 20W y SAE 30

Clasificación de los aceites según sus aplicaciones

Los aceites lubricantes se pueden clasificar según se ha visto, atendiendo a su viscosidad, pero pueden también clasificarse de acuerdo con el tipo de servicio para el que son más idóneos

- MS, MM y ML para motores de gasolina o cualesquiera encendidos por chispa.
- DG y DS para motores diesel.

Los aceites MS son utilizados para aplicaciones muy duras y condiciones muy desfavorables. Deben utilizarse cuando se requieren particularidades de lubricación muy específicas para controlar la corrosión de los cojinetes y la formación de depósitos como consecuencia de las condiciones de funcionamiento para los que está previsto el motor, tales como:

- Baja temperatura de funcionamiento, periodos de marcha cortos y arranques y paradas frecuentes, condiciones éstas que se dan en la utilización de vehículos en ciudades.
- En conducción de alta velocidad por carreteras el aceite puede alcanzar temperaturas muy altas, en especial en viajes largos de verano.
- En funcionamiento bajo fuerte carga, circunstancias que se dan en el servicio de camiones por carreteras.

Aceites MM, para servicios medios, tales como:

- Alta velocidad pero recorridos cortos.
- Largos recorridos a velocidades moderadas aun en tiempo de verano.
- Funcionamiento a temperaturas moderadamente bajas y períodos de utilización tanto largos como cortos.

Aceites ML, en comparación con los otros estos son adecuados para servicios más ligeros, con períodos de funcionamientos no mayores de recorridos de 15 kilómetros y sin temperaturas extremas del aire.

Aceites DS, Son adecuados para lubricación de los motores Diesel que funcionan sometidos a las más severas condiciones, tales como:

- Bajas temperaturas y cargas ligeras
- Altas temperaturas y cargas fuertes
- Funcionamiento con combustibles de alto contenido en azufre.

Aceites DG, Adecuados para la lubricación de motores Diesel, bajo condiciones relativamente poco severas, o normales como las que se dan para la mayor parte de camiones y tractores. No debe confundirse la clasificación de los aceites según su viscosidad y según sus aplicaciones. Mucha gente piensa que un aceite de alta viscosidad es también un aceite para servicios pesados, lo cual no es necesariamente cierto. Un aceite SAE10 puede ser MS, ML o MM, la medida de la viscosidad se refiere únicamente al espesor, no así a su capacidad de trabajo.

Tabla X. Clasificación de aceites lubricantes

Grados de viscosidad	Arranque en frío	Descripción
5W-30	-25 °C	Proveen excelente economía de combustible y un mayor rendimiento a bajas temperaturas en la mayoría de los automóviles. Se recomiendan para motores que no están equipados con sobrealimentador. Son recomendados especialmente para automóviles nuevos.
10W-30	-18 °C	La viscosidad recomendada más frecuentemente para la mayoría de los motores automotrices, entre ellos, los multivalvulares de alto rendimiento y los sobrecargados.

Continuación

10W-40	-18 °C	El primer aceite multigrado que salió al mercado. Una buena selección para controlar el desgaste del motor y prevenir la descomposición del aceite debido a la oxidación.
20W-50	- 9 °C	Proporciona máxima protección y alto rendimiento en motores de altas revoluciones. Una excelente elección para altas temperaturas y cargas pesadas.
SAE 40	0 °C	Para autobuses y camiones ligeros

3.1.3.3. Aditivos

Las operaciones de refinación de los aceites lubricantes reducen fracciones de su composición que son altamente deseables para una lubricación efectiva. Para optimizar las propiedades de los lubricantes se hace necesario el uso de aditivos que permitan mejorar la acción anticorrosiva, dispersante de partículas dañinas y que incrementen los índices de viscosidad.

Tabla XI. Tipos de aditivos

Aditivo	Propiedades
Detergente - Dispersante	Mejorador de la acción detergente del lubricante, su efecto dispersante neutraliza las moléculas que tienen tendencia a adherirse.
Antioxidante - Anticorrosivo	Estos aditivos tienen el propósito de preservar tanto al lubricante como a los componentes, protegiéndolos de los ataques corrosivos de los ácidos.
Mejoradores del índice de viscosidad	Si se mezclan dos aceites, la viscosidad de la mezcla será menor de lo que se puede esperar del promedio de viscosidades, por esta razón un aditivo de alta viscosidad es recomendado para aumentar favorablemente el índice de viscosidad de los lubricantes.

3.1.3.4. Herramientas

Las operaciones de mantenimiento realizadas a las unidades de la empresa por parte de los pilotos y sus auxiliares, consiste en revisiones y reparaciones mínimas, con lo que con un equipo básico de herramientas se puede cubrir estas actividades.

Tabla XII. Equipo básico de herramientas

Herramienta	Función
Juego de Llaves	Instrumentos utilizados para apretar y aflojar tuercas y tornillos.
Gato	Instrumento utilizado para levantar grandes pesos a poca altura.
Copas y extensiones	Instrumentos utilizados para apretar y aflojar tuercas y tornillos en las cuales no puede ser utilizado ningún tipo de llave.

3.1.4. Diseño del formato a utilizar

Las tarjetas de control de servicios permiten sistematizar el registro de las actividades de mantenimiento realizadas, para poder obtener información e indicadores sobre operación, funcionamiento y rendimiento de las unidades.

Debido a que actualmente no se cuenta con ningún formato de seguimiento de actividades de mantenimiento, se dificulta el poder obtener información respecto a si las rutinas de mantenimiento se están aplicando debidamente, por lo que para establecer este tipo de control debe utilizar el siguiente formato

Formato de control de servicios, el cual consiste en una tarjeta en la cual se detallan las operaciones a realizar por cada tipo de servicio. Ver apéndice.

Además con el propósito de mantener un control detallado acerca de los costos en que se incurre en cada servicio se hará uso del formato siguiente:

Formato de control de gastos por unidad, en el cual se detalla el valor de mano de obra y la cantidad de repuestos utilizados en cada vehículo. Ver Apéndice.

3.2. Identificar al personal responsable del mantenimiento de la empresa

Como se indicó anteriormente, es el piloto de la unidad la persona más importante en el proceso del mantenimiento del vehículo de acuerdo a que es quien más tiempo dedica a su uso. Por lo tanto es el responsable directo de:

- Ejecutar las rutinas de mantenimiento primario y preventivo de acuerdo a las revisiones diarias y al control de los kilómetros recorridos por el vehículo.
- Realizar reparaciones menores o sencillas para lograr el normal funcionamiento del vehículo.

- Ingresar el vehículo a su cargo al taller mecánico para la realización de trabajos que no puedan ser atendidos por él, recibir de conformidad y revisar los trabajos realizados por el taller mecánico.
- Poseer conocimientos básicos de mantenimiento primario y preventivo a fin de esta en la capacidad de poder resolver problemas sencillos del funcionamiento del vehículo a su cargo.

Debido a que es el supervisor de mantenimiento el encargado de velar por la correcta ejecución de los servicios de mantenimiento sus responsabilidades son:

- Llevar un adecuado manejo de las tarjetas de control que se utilizarán en el momento de prestar un servicio de mantenimiento a la unidad asignada.
- Mantener actualizada la información acerca de los servicios y tiempo de trabajo de las unidades para programar las actividades de mantenimiento correspondiente.
- Verificar que las operaciones de mantenimiento se ejecuten correcta y eficientemente.
- Tener disponibilidad adecuada de repuestos y lubricantes para cuando se haga necesario su utilización.
- Validar que los servicios efectuados en los talleres externos sean de calidad y cumplan con corregir las fallas y poner en operación las unidades en el menor tiempo posible.
- Programar los servicios de mantenimiento por vehículo.
- Llevar un control mensual de kilómetros recorridos por vehículo.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PROPUESTO

El objetivo de toda empresa ya sea productora de bienes o servicios es entregar al mercado un producto de calidad, oportunamente y al menor costo posible, con un mínimo de inversión y con un máximo de satisfacción de clientes y empleados, todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente.

4.1. Aplicación del programa de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento tienen una aplicación constante dentro de la empresa, debido a que por medio de estas se puede garantizar el buen estado y funcionamiento de una unidad que prestará el servicio de traslado de pasajeros de una ciudad a otra. Diariamente antes de que los vehículos inicien sus operaciones deben efectuárseles operaciones primarias de servicio, también deben realizárseles periódicamente operaciones de mantenimiento mayores en las cuales se podrá determinar que elementos deben ser reemplazados o reacondicionados. Por lo que la aplicación correcta de un programa de mantenimiento es esencial para que las condiciones de seguridad y funcionamiento se cumplan. Considerando tal situación se realizaron mejoras al programa de mantenimiento actual para poder cubrir a todos los elementos de los vehículos que están sujetos a recibir mantenimiento.

4.1.1. Plan de actividades

En las empresas cuando se pone en práctica un nuevo programa de mantenimiento, se requiere de la existencia de un plan de operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades o responsables de la empresa. Este plan permite desarrollar paso a paso una actividad programada en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocidos. A continuación se enumeran algunos puntos que el plan de operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de laborar, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que se cuenta, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Información técnica de equipos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento.
- El resultado de la evaluación de dichos equipos.
- Tiempo real que duro la labor.
- Personal que estuvo a cargo.
- Inventario de piezas y repuestos utilizados.
- Condiciones en que responde el equipo (reparado o reajustado) luego del mantenimiento.

Para las empresas la ejecución de un programa de actividades de mantenimiento representa la utilización de recursos humanos, monetarios y de equipos, para lo cual una correcta implementación de estos programas conlleva a una optima utilización de todos los elementos involucrados.

El único camino para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Uno de los instrumentos fundamentales para originar una mayor productividad es la utilización de métodos que permitan relacionar al recurso humano, materiales y maquinaria o equipos para lograr un cierto objetivo.

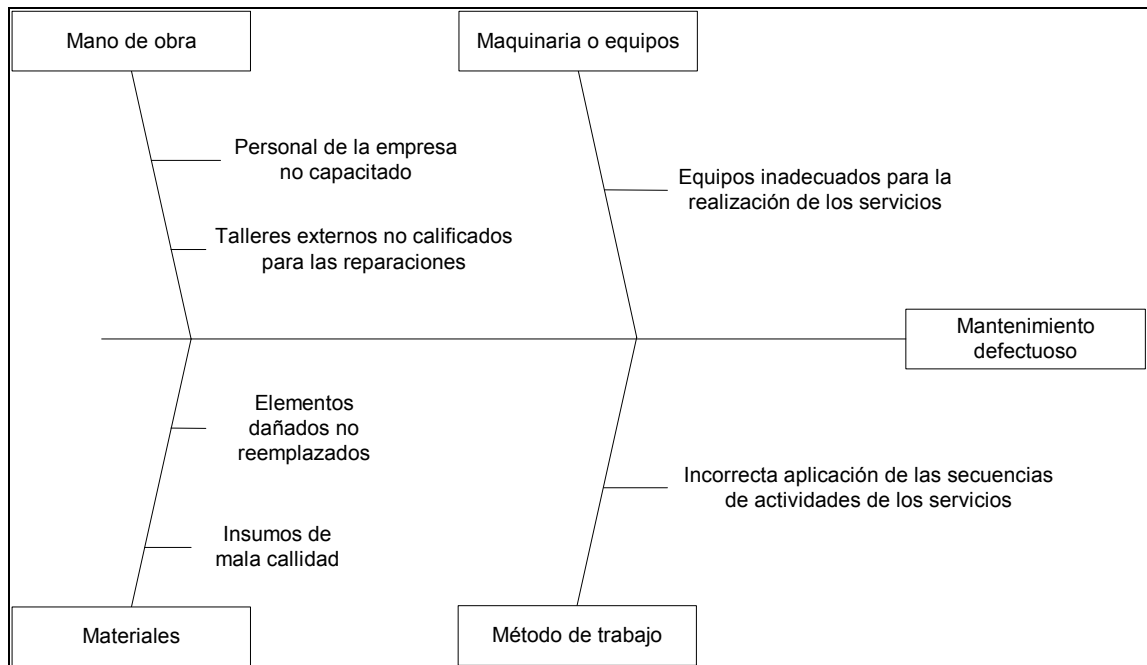
El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa. El diagrama causa-efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto.

Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables.

A continuación veremos como el valor de una característica de mantenimiento depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo (entre otros procesos). La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas. Cuando ocurre algún problema con la calidad del producto, debemos investigar para identificar las causas del mismo. Para hacer un Diagrama de Causa-Efecto seguimos estos pasos: Indicamos los factores causales más importantes y generales que puedan generar la fluctuación de la característica de calidad, trazando flechas secundarias hacia la principal. Por ejemplo, Materias Primas, Equipos, Operarios, Método de Medición, etc.

En el siguiente diagrama se pueden observar las causas que pueden generar operaciones defectuosas de mantenimiento que generarán fallas a las unidades y con esto su pérdida de productividad.

Figura 9. Diagrama de causa y efecto



Por lo tanto La mano de obra la componen las personas que ejecutan las actividades de mantenimiento, haciendo uso de sus conocimientos y de las rutinas ya establecidas así como de los formatos de control destinados a ser guía en lo que a las operaciones por realizar respecta. La maquinaria o equipos son los instrumentos necesarios para ejecutar los reemplazos o realizar mediciones para determinar los adecuados niveles de aceites o lubricantes. De acuerdo a lo establecido en el plan de actividades anterior se puede observar que la implementación se realizará en un período de 4 semanas, a lo largo del las cuales se realizarán las actividades de:

- Presentación del programa
- Capacitación del personal
- Identificación de recursos
- seguimiento y recopilación de información y análisis de resultados

Figura 10. Plan de actividades de implementación y seguimiento

		Semana				
		7	14	21	28	
No.	Descripción de la actividad	Tiempo				
1	Presentación del programa al personal encargado	1				
2	Capacitación del personal responsable de mantenimiento	2				
3	Identificación de recursos a utilizar	1				
4	Seguimiento y recopilación de información	20				
5	Análisis de resultados	6				
Tiempo total para implementación y seguimiento		30				

4.1.1.1. Presentación del programa al personal encargado

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

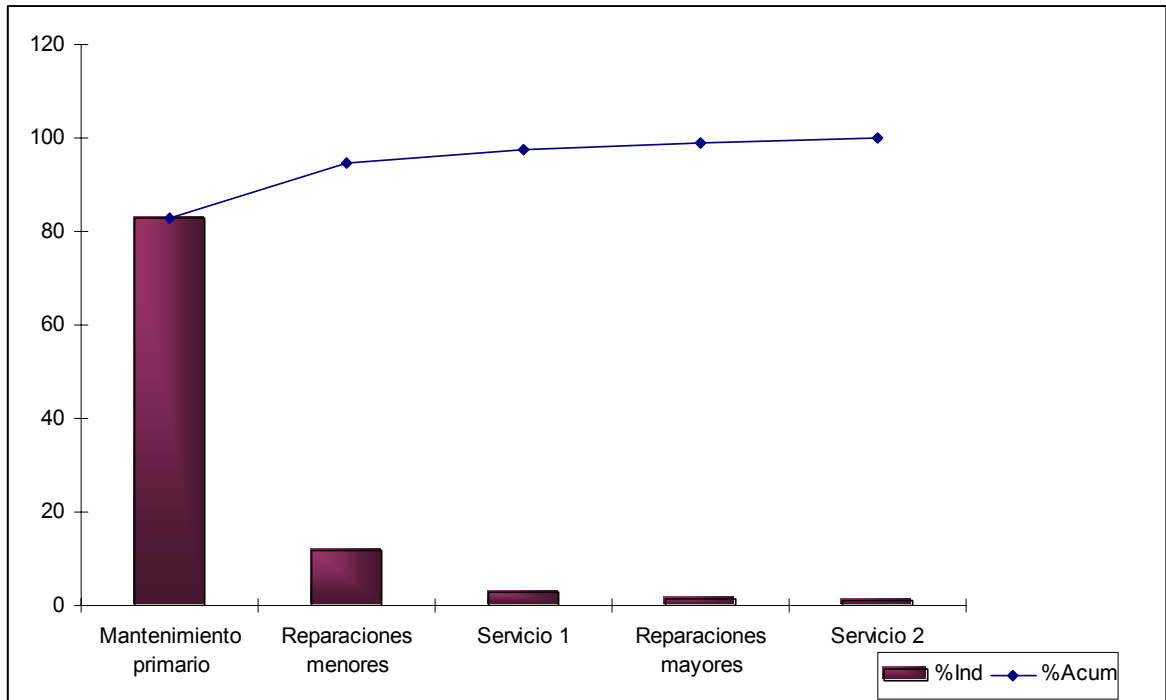
El programa de mantenimiento se basará en las actividades de mantenimiento primario y las correspondientes actividades al tipo de mantenimiento por realizar de acuerdo a la cantidad de kilómetros recorridos; en un análisis realizado en un período de un mes de labores se obtuvieron los siguientes datos,

Tabla XIII. Frecuencia de realización de actividades.

Elementos	%Individual	%Acumulado
Servicio primario	82.77	82.77
Reparaciones menores	11.82	94.59
Servicio 1	2.96	97.55
Reparaciones mayores	1.47	99.02
Servicio de acuerdo a kilometraje	0.98	100

El servicio primario deberá realizarse todos los días antes del inicio de operaciones de las unidades, representando un 82.77% del total del tiempo que se utilizará en la realización de las actividades propias del mantenimiento en un período de un mes, las reparaciones menores representan un segundo lugar debido a que su ejecución significa un 11.82% en la utilización del tiempo disponible, de acuerdo a su frecuencia de realización los servicios que se realizan de acuerdo al kilometraje recorrido y las reparaciones mayores significan una proporción relativamente menor debido a que son realizadas por los menos una sola vez en un mes o en algunas situaciones no existe la necesidad de reparaciones mayores.

Figura 11. Diagrama de Paretto, Operaciones de mantenimiento



El personal encargado del mantenimiento de los vehículos de la empresa, como se indicó anteriormente es:

- Piloto de la unidad
- Supervisor de mantenimiento

Actualmente la figura de supervisor de mantenimiento está a cargo del administrador de la empresa, quien es el responsable de las revisiones y verificaciones en la ejecución de las operaciones de mantenimiento efectuadas por los pilotos.

El programa de mantenimiento en sus diferentes tipos de servicio será aplicado de acuerdo a los siguientes procedimientos

- El supervisor de mantenimiento será el encargado de monitorear el kilometraje de los vehículos.
- De acuerdo a los kilometrajes recorridos por las unidades el supervisor de mantenimiento establecerá la fecha exacta en la que deben realizarse las operaciones de mantenimiento de acuerdo al servicio que corresponda.
- Los insumos que se utilizarán varían conforme el tipo de servicio que se realizará por lo que el supervisor de mantenimiento debe hacer el requerimiento de los mismos para que estén disponibles en la fecha programada.
- Se deberá llenar el formato de control de gastos cada vez que se realice un servicio.
- Se hará entrega al piloto de la unidad del formato del tipo de servicio correspondiente para su ejecución.
- Se entregarán al piloto de la unidad todos los insumos necesarios para efectuar el tipo de servicio programado.
- El supervisor de mantenimiento verificará la ejecución de las operaciones de mantenimiento de acuerdo al tipo de servicio que se deba realizar.
- El piloto conjuntamente con el supervisor de mantenimiento firmarán de conformidad con los trabajos realizados.

4.1.1.2. Capacitación del personal responsable del mantenimiento

Los indicadores y controles administrativos, requieren del apoyo de reportes o formatos que permitan obtener información la cual es proporcionada por personas que están involucradas con los procesos. Entre los principales indicadores administrativos se encuentran los siguientes:

- Estado de funcionamiento de los vehículos.
- Promedio mensual recorrido por vehículo.
- Costo promedio mensual de mantenimiento por vehículo.
- Control de reparaciones e insumos promedio de los vehículos.

Estos indicadores constituyen una valiosa herramienta para que el administrador o propietario de la empresa pueda evaluar el uso y rendimiento de los vehículos. Asimismo los indicadores son una parte importante en la toma de decisiones, porque permiten conocer la cantidad, tipo y frecuencia de fallas más comunes en los vehículos.

Todos los vehículos deben ser sometidos al programa de mantenimiento primario y preventivo, el piloto o usuario de cada vehículo debe revisarlo diariamente como parte de sus responsabilidades. Las rutinas de mantenimiento constituyen un listado de operaciones que deben realizarse al vehículo periódicamente y sirven de guía al encargado de mantenimiento, la aplicación de estas rutinas en los períodos establecidos permite optimizar la vida útil de los vehículos y previenen fallas que limiten su normal funcionamiento.

Las rutinas de mantenimiento deben ser conocidas por las siguientes personas:

- Piloto de unidad.
- Supervisor de mantenimiento.
- Administrador.

Los pilotos de las unidades deberán tener conocimientos básicos acerca del uso y mantenimiento de los vehículos, debido a que las reparaciones que implican mano de obra experta se realizarán en talleres calificados.

El piloto de la unidad es el responsable de efectuar el mantenimiento primario del vehículo, consistente en una revisión diaria del mismo, antes de empezar a utilizarlo, para ello utilizará el instrumento denominado “Formato de mantenimiento primario”. Ver apéndice.

Asimismo el piloto es el responsable de ejecutar las operaciones de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento, las cuales consisten en:

- Servicios tipo I, cada 6,000 Km
- Servicios tipo II, cada 18,000 Km
- Servicios tipo III, cada 60,000 Km

Para realizar estas operaciones el piloto se apoyará en los instrumentos denominados “Formatos de control de servicio”, los cuales utilizará dependiendo el tipo de servicio a realizar. Ver apéndice.

El supervisor de mantenimiento en el formato de control marcará con una “X” la casilla correspondiente al estado de la operación (Completa o Incompleta), con lo cual al final del servicio se verificará si se completó en su totalidad o existió algún inconveniente con alguna actividad la cual deberá reportarse en las casillas destinadas para comentarios.

En lo que a la información con respecto a los gastos por vehículo se refiere, el supervisor de mantenimiento se apoyará en el “Formato de control de gastos”, para establecer control de los egresos generados en los servicios realizados. En este formato anotará el valor de cada servicio que se realiza, si se presenta la situación de solicitar mano de obra que no sea la del piloto, también anotará la cantidad y el valor de los repuestos utilizados, tales como, aceite, grasas, filtros, entre otros utilizados. Ver apéndice.

4.1.1.3. Identificación de recursos a utilizar

Para poder realizar los servicios tanto primarios como preventivos es necesario contar con equipos, insumos y apoyo (mano de obra) que permita una eficiente ejecución de las actividades relacionadas con el mantenimiento.

Como equipo necesario para la realización de los servicios podemos mencionar a los siguientes elementos:

- Juego de llaves
- Gato (Instrumento hidráulico utilizado para levantar grandes pesos)
- Copas y extensiones
- Destornilladores
- Alicates

Entre los insumos que se deben utilizar en la ejecución de los servicios podemos mencionar a los siguientes:

- Aceites lubricantes
- Grasas lubricantes
- Desgrasantes
- Combustibles
- Repuestos varios como pueden ser: filtros, zapatas de frenos, tornillos, fajas, rodamientos, llantas, mangueras, etc.
- Paños para limpiar

En lo que se refiere a apoyo de mano de obra podemos mencionar:

- Auxiliar de unidad, cada piloto cuenta con un auxiliar
- Talleres de soldadura

4.2 Seguimiento y recopilación de información

Al programa de mantenimiento de la empresa se le realizaron modificaciones con las cuales se pretende obtener el mayor rendimiento de las unidades, no obstante que el programa actual cuenta con rutinas apropiadas a los niveles de trabajo de la empresa, lo que se pretende es mejorar las rutinas para que permitan por medio de las revisiones e inspecciones prever y corregir posibles elementos que puedan ocasionar fallas que generen paros no programados.

Dentro de las mejoras realizadas al programa actual de mantenimiento se encuentran:

- Modificación y mejoramiento a las rutinas de mantenimiento
- Implementación de rutina de tipo III la cual se realizará al alcanzar 60,000 Km recorridos.
- Implementación de formatos de control y seguimiento de servicios
- Implementación de formato de control de gastos por unidad

4.3 Análisis de resultados

Debido a que se implementaron controles, los cuales son sencillos en su utilización, se obtendrá una reducción en el tiempo de ocio en la realización de las actividades de mantenimiento, debido a que los pilotos contarán con una ficha de seguimiento que les indicará todas las operaciones a realizar, por lo tanto no desatenderán los servicios que realizarán.

Asimismo con el formato de control de gastos se podrá establecer un rango de gastos por unidad, dependiendo el tipo de servicio realizado, además de obtener el detalle exacto de insumos necesarios para la realización de las rutinas de mantenimiento y con ello mantener un stock mínimo de insumos.

Con el cumplimiento de las rutinas implementadas se logrará una reducción significativa en el tiempo inactivo de las unidades, ya que se podrá prever fallas ya que los elementos están sujetos a múltiples inspecciones rutinarias.

5. MEJORA CONTINUA

A lo largo de la historia, las personas han desarrollado métodos e instrumentos para establecer y mejorar las normas de actuación de sus organizaciones e individuos. Desde los antiguos egipcios se desarrollaron métodos con el deseo de mejorar sus sistemas.

El mejoramiento continuo más que un enfoque o concepto es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos, pues el proceso debe ser progresivo. En la actualidad el Sistema Empresarial se encuentra en un proceso de perfeccionamiento que en sí constituye un programa de mejora, pero en la medida en que este se apoye en enfoques utilizados en la práctica mundial se obtendrán mejores resultados.

Cada palabra del término "proceso de mejoramiento continuo" tiene un mensaje específico. "Proceso" implica una secuencia relacionada de acciones, de pasos, y no tan solo un conjunto de ideas; "Mejoramiento" significa que este conjunto de acciones incrementa los resultados de rentabilidad de la empresa, basándose en variables que son apreciadas por el mercado (calidad, servicio, etc.) y que den una ventaja diferencial a la empresa en relación a sus competidores; "Continuo" implica que dado el medio ambiente de competencia en donde los competidores hacen movimientos para ganar una posición en el mercado, la generación de ventajas debe ser algo constante.

Un plan de mejora requiere que se desarrolle en la empresa un sistema que permita:

- Contar con empleados habilidosos, entrenados para hacer el trabajo de una manera eficiente, para controlar los defectos, errores y realizar diferentes tareas u operaciones.
- Contar con empleados motivados que pongan empeño en su trabajo, que busquen realizar las operaciones de manera optima y sugieran mejoras.
- Contar con empleados que tengan disposición al cambio, que sean capaces y que estén dispuestos a adaptarse a nuevas situaciones en la organización.

El Empleado y el Proceso

Las personas le dan vida al proceso. Es el personal quien hace que el proceso funcione; sin él obtenemos nada. Necesitamos entender qué sienten acerca del proceso las personas que le dan vida a éste. ¿Qué obstaculiza su camino?, ¿qué partes del proceso les agradan?, ¿qué les causa molestia? El proceso final tiene que ser un matrimonio homogéneo entre personas y metodologías, en el cual el equipo es esclavo de las personas no al contrario.

Constantemente al personal de la empresa deben realizarse evaluaciones de desempeño que con el objetivo de realizar revisiones y mejoras al proceso ya que por medio de estas se detectarán situaciones como las siguientes:

- Los empleados malinterpretan los procedimientos.
- No conocen los procedimientos
- Descubren una manera mejor de hacer las cosas.
- Es difícil poner en práctica el método documentado.
- Les falta entrenamiento.
- Se les entrenó para realizar la actividad en forma diferente.
- No cuentan con las herramientas indispensables.
- No disponen del tiempo suficiente.
- Alguien les dijo que lo hicieran en forma diferente.
- No comprenden por qué deben seguir los procedimientos.

Para minimizar el impacto de la poca capacitación o destreza del personal, se han formulado diagramas de seguimiento mediante los cuales se pueden relacionar las partes involucradas, Hombre-Máquina, debido a que por muchas razones, entre las cuales la de mayor relevancia es la de la excesiva rotación, se pierde totalmente la interrelación que debe existir poniendo en riesgo la vida útil de los equipos.

5.1. Evaluar los resultados de la implementación del programa para realizar los ajustes necesarios.

Al programa de mantenimiento se le realizaron mejoras, entre las que se incluyen las siguientes

- Inspecciones mas completas del sistema de enfriamiento.
- Calibración de inyectores.
- Inspecciones en tensión de fajas
- Inspecciones de los pedales de freno y Clutch.
- Revisiones del sistema eléctrico, referente a batería y luces exteriores.
- Revisiones de rodamientos en ambos ejes.
- Definición de las rutinas mediante tabla de rutinas de mantenimiento.
- Servicio Tipo III el cual será efectivo cada 60,000 kilómetros recorridos.
- Diseño y elaboración de formatos de control de servicios y gastos.
- Contratación de un supervisor de mantenimiento.

Con este tipo de mejoras se permitirá que por medio de una sencilla hoja de control se puedan programar con anticipación las rutinas de mantenimiento, apoyándose en herramientas como lo son la tabla de rutinas de mantenimiento que permitirá un fácil acceso a la información respecto a las fechas en las cuales se deberán realizar las tareas de mantenimiento. La implementación de controles permitirá obtener información acerca del estado del funcionamiento de las unidades, los servicios aplicados a cada una de estas y los gastos relacionados con estos.

5.2. Aplicar las técnicas de mejora continua para la implementación de los ajustes.

Mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, ¿qué cambiar? y ¿cómo cambiar? depende del enfoque específico del empresario y del proceso. Todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado, con la finalidad de alcanzar una calidad total este proceso debe ser constante, agregando que la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

Importancia Del Mejoramiento Continuo

Con una buena aplicación de esta técnica se puede contribuir a mejorar las debilidades y a incrementar las fortalezas de la organización.

Ventajas Y Desventajas Del Mejoramiento Continuo

a) Ventajas

- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
- Incrementa la productividad y dirige a la empresa hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

b) Desventajas

- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los administradores en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

El Proceso de Mejoramiento

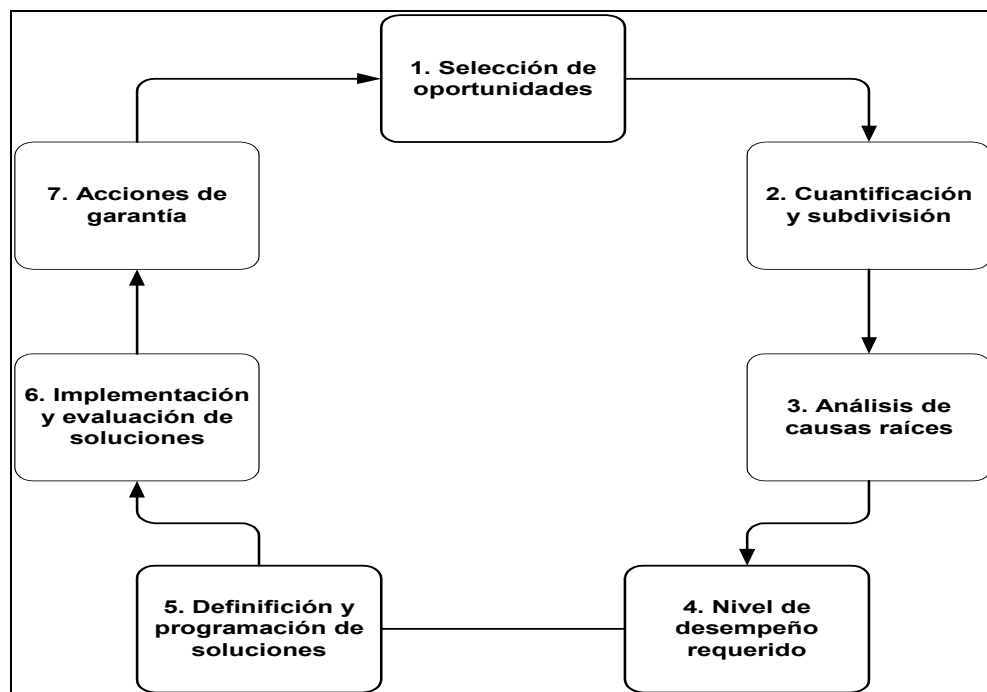
La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas cuestan dinero.

Los siete pasos del proceso de mejoramiento son:

- Selección de los problemas (oportunidades de mejora)
- Cuantificación y subdivisión del problema
- Análisis de las causas, raíces específicas.
- Establecimiento de los niveles de desempeño exigidos (metas de mejoramiento).
- Definición y programación de soluciones
- Implantación de soluciones
- Acciones de Garantía

Figura 12. Proceso de mejoramiento



5.2.1. Evaluar

La selección de los problemas (oportunidades de mejora) es el primer paso en el proceso de mejoramiento. Este paso tiene como objetivo la identificación y escogencia de los problemas de departamento o unidad bajo análisis. Dentro del proceso de mantenimiento se generan problemas recurrentes los cuales deben ser analizados con el objetivo de buscarles una solución definitiva, para lo cual se requiere el involucramiento de todo el personal de la empresa que tenga relación directa con estas actividades, ya que a través de ellos se podrán conocer todas las situaciones que impiden el correcto funcionamiento del programa o detectar situaciones desfavorables en el mismo.

Una evaluación apegada a la realidad permitirá utilizar los recursos de la empresa en el mejoramiento de situaciones que impactan fuertemente en el correcto funcionamiento de esta. Las actividades involucradas en la etapa de selección de oportunidades consisten en lo siguiente

- Definir el problema como desviación de una norma: como deber ser, el estado deseado, requerido o exigido.
- Preseleccionar las oportunidades de mejora.
- Seleccionar de la lista anterior las oportunidades de mejora a abordar a través de la aplicación de una matriz de criterios múltiples.

Estas actividades permiten concentrar la atención del personal de la empresa en problemas que afecten el desempeño de la misma y obtener mayor coherencia del grupo al momento de listar los problemas.

Este es un paso clave dentro del proceso, por lo que debe dedicarse el tiempo necesario evitando pasar por alto situaciones sin que el equipo de trabajo haya asimilado suficientemente el objetivo de las mismas.

En las empresas de transporte comúnmente se observan problemas frecuentes tales como

- Inapropiada utilización de insumos.
- Mantenimientos incompletos.
- Demasiado tiempo ocioso en la realización de las operaciones de mantenimiento.
- Insumos incorrectos para el tipo de servicio a realizar.

Estas situaciones afectan negativamente a los intereses de las empresas debido a que los recursos con que se cuenta por lo regular son limitados y al no ser utilizados eficientemente pueden generar costos más altos a los permisibles en los presupuestos destinados a actividades de mantenimiento.

Por tal motivo estas situaciones son las principales oportunidades de mejoramiento o problemas a solucionar las cuales deben ser analizadas a detalle para poder identificar todas sus causas o síntomas.

La etapa de evaluación permitirá a las empresas u organizaciones obtener los datos necesarios acerca de las actividades que las afectan negativamente y deben ser sobre la que se llevará a cabo la comparación, realización de un estudio de los datos para conocer puntos fuertes de la empresa y compararlos con los datos internos, se cuantifican las diferencias negativas o positivas actuales y se proyectan con el fin de perfilar acciones futuras y cerrar el ciclo de análisis.

5.2.2. Planear

La empresa con la finalidad de alcanzar mejoras en su proceso de mantenimiento debe fijarse objetivos factibles, definiendo un plan de acción para cada uno de ellos, que involucre a todo el personal que intervenga en las actividades a mejorar.

El objetivo de la etapa de planeación es el de establecer el nivel de desempeño exigido a la empresa o departamento y las metas a alcanzar sucesivamente.

Por lo cual entre las metas a alcanzar por parte de la empresa se encuentran las siguientes:

- Disminución en los inventarios de repuestos.
- Controles más estrictos en las actividades de reparación.
- Tiempos más cortos en la realización de los servicios de mantenimiento a las unidades.
- Elevar la calidad del servicio realizado a las unidades.
- Disminución de costos en los diferentes tipos de servicio.

La adquisición de equipos o unidades con sistemas operativos nuevos acarrea situaciones de desconocimiento por parte del personal, que pueden repercutir en actividades defectuosas de mantenimiento. Conforme los vehículos envejecen sus componentes se desgastan aumentando la frecuencia de las fallas, con lo cual los gastos de mantenimiento se incrementan.

Entre los planes de acción que pueden ser implementados para evitar situaciones desfavorables tanto en lo operativo de las unidades como en las actividades financieras de la empresa se encuentran los siguientes:

- Capacitación constante del personal, en situaciones de manejo, aprovechamiento y almacenaje de insumos.
- Capacitación del personal en el manejo de equipos nuevos.
- Implementación de nuevos métodos de trabajo en las actividades de servicio.

- Deducción de responsabilidades por servicios de mantenimiento deficientemente realizados.
- Medición de tiempos límites en la realización de servicios de mantenimiento.

5.2.3. Mejorar

Es poner en práctica el desarrollo y ejecución del plan de acción definitivo, seguimiento continuo del plan evaluando los resultados de mejora y la cuantificación de la contribución de estos resultados al plan operativo.

La finalidad de esta etapa del proceso de mejoramiento es la de determinar la efectividad de las soluciones y hacer los ajustes necesarios para llegar a una mejora definitiva, asegurarse que las soluciones sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

A menudo se descuida la función de mantenimiento, con lo que para evitar fallas por descuidos se deben mantener una constante:

- Planificación del mantenimiento
- Actualización de los procedimientos escritos
- Evaluaciones de desempeño tanto de personal como de equipos y vehículos.
- Programas de capacitación.
- Análisis de costos.

Para poder garantizar que las operaciones de mejora se están efectuando de acuerdo al plan de acción definido, se debe efectuar actividades como las siguientes:

- Seguimiento y verificación de las actividades a realizar de acuerdo al plan de mejoramiento.
- Reducción de acciones innecesarias por mejores métodos y herramientas.
- Delegación de responsabilidades a todo el personal involucrado en el proceso de mejora.
- Análisis de datos que involucren disminuciones o incrementos en gastos relacionados con el mantenimiento a partir de la implementación de los planes de acción de mejoramiento.
- Planes de sanción al personal que no efectúe sus labores correspondientes en el proceso de mejoramiento.

A las cuales se les debe proporcionar un adecuado seguimiento y frecuentemente realizárseles ajustes de modo que las mejoras pretendidas lleguen a concretarse.

CONCLUSIONES

1. El propósito primordial de las empresas que prestan el servicio de transporte de pasajeros es la generación de utilidades mediante el uso racional de los recursos con los que cuentan. De acuerdo a ello, se pudo establecer que, cada unidad de la empresa, Transportes González acumula un total diario de 200 km recorridos como resultado del programa de trabajo que rige las operaciones las mismas.
2. El tiempo invertido en realizar actividades de mantenimiento preventivo es mucho menor al que se invierte en la realización de actividades de mantenimiento correctivo, actualmente, el programa de mantenimiento de la empresa permite cubrir sus requerimientos básicos, sin embargo, no contribuye a reducir los tiempos muertos de las unidades por fallas inesperadas producto de ajustes o reacondicionamientos defectuosos.
3. Las deficiencias más notorias en el mantenimiento de la empresa radican en la falta de controles y seguimiento a las actividades que se realizan, además las rutinas aplicadas son, relativamente, sencillas, debido a que no cubren a todos los elementos sujetos a recibir mantenimiento.

4. El mantenimiento preventivo es, en sí, el conjunto de acciones encaminadas a lograr que las unidades operen la mayor cantidad de tiempo, en condiciones adecuadas, tanto de funcionamiento como de seguridad, por lo cual, con las mejoras realizadas al programa actual de la empresa, se disminuirán, significativamente, los paros imprevistos y se mejorará el control del mantenimiento realizado a las unidades debido a la utilización de programas, rutinas y procedimientos establecidos.
5. Un programa de mantenimiento eficaz es el que indica, con certeza, quién, cuando, con qué y en cuánto tiempo se deben realizar las labores, por lo que el programa de mantenimiento diseñado tendrá una aplicación sencilla dentro de la empresa debido a se cuenta con personal capacitado para realizar las actividades establecidas.
6. Para que el programa pueda ser aplicado de una manera sencilla, con el personal responsable de las operaciones de mantenimiento de la empresa se realizarán actividades de presentación del programa, identificación de recursos y capacitación en la utilización de los formatos de control a utilizar, tanto para el control de operaciones por realizar en cada rutina de mantenimiento como en el control de gastos por unidad, lo que permitirá una eficiente utilización del programa.
7. Al proceso de implementación del programa debe prestársele la mayor atención posible por parte de los administradores de la empresa, debido a que su correcta aplicación permitirá la reducción de costos al disminuir fallas repetitivas, grandes reparaciones al detectar, anticipadamente, elementos sujetos a fallar.

RECOMENDACIONES

1. El control de los kilometrajes recorridos por las unidades es fundamental en la programación de los servicios por lo que se deberá mantener actualizada esta información, recopilándola y tabulándola, diariamente, en los formatos de control establecidos.
2. Los servicios de mantenimiento deberán ser verificados por el supervisor de mantenimiento y avalados por el administrador de la empresa lo que garantizará una correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento establecidas.
3. Para asegurar un eficiente proceso de mantenimiento es necesario dar seguimiento a todas las actividades de mantenimiento realizadas a las unidades, recopilando información y documentándolas para poder tener un historial que permita evaluar las fallas más repetitivas con el fin de minimizarlas.
4. Las mejoras realizadas al programa de mantenimiento actual de la empresa permitirán por medio de una eficiente ejecución la minimización de las fallas y paros imprevistos, por ello es conveniente realizar evaluaciones al personal acerca del conocimiento y la aplicación del programa.
5. Los recursos con los cuales se realizarán los servicios de mantenimiento deberán estar plenamente identificados tanto en lo que a personal se refiere como a maquinaria, equipos e insumos para evitar invertir el tiempo disponible para los servicios situaciones que no significarán progreso en el proceso de mantenimiento.

6. La eliminación de fallas por desconocimiento de equipos, procedimientos o ajustes en las actuales unidades de la empresa o en las futuras adquisiciones, se asegurará por medio de una constante capacitación del personal encargado del mantenimiento, por lo cual es importante realizar evaluaciones periódicas al personal que permitan establecer sus conocimientos respecto de las operaciones de mantenimiento por realizar.

7. La correcta aplicación del programa de mantenimiento representará la oportunidad de optimizar el tiempo invertido en estas operaciones, asegurará el buen desempeño de las unidades, por lo cual es importante prestarle la atención necesaria para que constantemente se le pueden realizar los ajustes necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Amigos del País. **Historia general de Guatemala.** Guatemala. 1997
2. Casasola Mazariegos, Carlos Alberto. Administración de flota de camiones. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1994. 112 pp.
3. González Godoy, José Vitalino. Manual de estadísticas básicas del sector transporte. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería, 1988 125 pp.
4. López Berganza, Mario Vinicio. Administración del mantenimiento de flotas para vehículos. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1995. 93 pp.
5. Microsoft. **Enciclopedia Encarta.** 2003
6. Ministerio de Salud Pública. **Manual de administración de vehículos.** Guatemala. 1996
7. Monroy Peralta, Fredy Mauricio. **Principios básicos de mantenimiento.** Guatemala. 2003
8. Todo Transporte. **Costos ocultos.** Guatemala. 2005

APÉNDICE

Figura 13. Formato para servicio primario

Fecha _____

Nombre del Piloto _____

Compartimiento	Operación a realizar	Elemento	Estado de la operación		
			Completa	Incompleta	Observaciones
Motor	Revisión y nivelación	Aceite de motor.			
	Revisión y ajuste	Agua de radiador			
	Revisión y ajuste	Aceite hidráulico			
	Revisión	Posibles fugas de aceite, agua.			
Sistema eléctrico	Revisión	carga del acumulador (batería).			
	Revisión	Luces exteriores e interiores.			
Llantas y aire comprimido	Revisión y ajuste	Presión de aire en neumáticos (Llantas).			
	Revisión	Mangueras e implementos.			
Suspensión y frenos	Graduación	sistema de frenos.			
	Revisión	Suspensión (Hojas de resorte).			
Carrocería	Limpieza	interior y exterior de la unidad			

Supervisor de mantenimiento _____

Piloto _____

Figura 14. Formato para servicio Tipo I

Fecha _____

Nombre del Piloto _____

Compartimiento	Operación a realizar	Elemento	Estado de la operación		
			Completa	Incompleta	Observaciones
Motor	Reemplazo	Aceite de motor.			
	Reemplazo	Filtros de aceite.			
	Reemplazo	Filtro de agua.			
	Reemplazo	Filtro de combustible.			
	Revisión y nivelación	Líquido refrigerante del motor.			
	Revisión y nivelación	Líquido del timón hidráulico.			
	Revisión y nivelación	Líquido anticongelante del radiador.			
	Inspección	Manueras de radiador.			
	Inspección	Fajas (Tensión y condición)			
	Limpeza	Motor			
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación	Aceite de diferencial y caja de transmisión.			
	Revisión	Rodamientos en ambos ejes.			
	Lubricación	Tren delantero, tren trasero y eje de transmisión.			
Sistema eléctrico	Revisión y nivelación	Líquido del acumulador.			
	Revisión	Iluminación interna y externa.			
	Revisión	Sistema eléctrico, motor de arranque y alternador.			
	Revisión	Luces de emergencia.			
	Revisión	Luz baja y alta, pide vías.			
	Revisión	Luces de frenos y retroceso.			
Suspensión y frenos	Revisión y limpieza	Batería y Bornes			
	Inspección general	Sistema de frenos.			
	Inspección general	Sistema de suspensión.			
	Inspección general	Pedal de freno y clutch (Juego libre).			
	Revisión	Neumáticos			
Carrocería	Calibración	Presión de aire en neumáticos			
	Inspección general	Estructura (carrocería, chasis y tapicería).			
	Limpeza	Exterior del vehículo			

Supervisor de mantenimiento _____ Piloto _____

Figura 15. Formato para servicio Tipo II

Fecha _____ Unidad _____

Nombre del Piloto _____

Compartimiento	Operación a realizar	Elemento	Estado de la operación		Observaciones
			Completa	Incompleta	
Motor	Reemplazo	Aceite de motor			
	Reemplazo	Filtros de aceite.			
	Reemplazo	Filtro de agua			
	Revisión y nivelación	Líquido refrigerante del motor			
	Revisión y nivelación	Líquido anticongelante del radiador			
	Revisión y nivelación	Líquido del timón hidráulico			
	Reemplazo	Filtro de combustible			
	Reemplazo	Fajas de motor			
	Reemplazo	Filtro de aire			
	Limpeza y calibración	Inyectores			
	Limpeza y calibración	Bomba de inyección.			
	Limpeza	Motor			
	Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación	Aceite de diferencial y caja de transmisión		
Lubricación		Tren delantero, tren trasero y eje de transmisión.			
Revisión		Rodamientos en ambos ejes			
Reemplazo		Aceite de diferencial			
Reemplazo		Acóite de caja de transmisión.			
Sistema eléctrico	Revisión	Iluminación interna y externa			
	Revisión	Sistema eléctrico, motor de arranque y alternador			
	Revisión	Luces de emergencia			
	Revisión	Luz baja y alta, pide vías			
	Revisión	Luces de frenos y retroceso.			
	Revisión y limpieza	Batería y Bornes			
Revisión y nivelación	Líquido del acumulador				
Suspensión y frenos	Reemplazo	Zapatillas de frenos, en los 2 ejes			
	Revisión	Neumáticos			
	Calibración	Presión de aire en neumáticos			
Carrocería	Inspección general	Sistema de frenos			
	Inspección general	Estructura (carrocería, chasis y tapicería)			
	Limpeza	Exterior del vehículo			

Supervisor de mantenimiento _____ Piloto _____

Figura 16. Formato para servicio Tipo III

Fecha _____ Unidad _____

Nombre del Piloto _____

Compartimiento	Operación a realizar	Elemento	Estado de la operación		Observaciones
			Completa	Incompleta	
Motor	Reemplazo	Aceite de motor.			
	Reemplazo	Filtros de aceite.			
	Reemplazo	Filtro de agua.			
	Revisión y nivelación	Líquido refrigerante del motor.			
	Revisión y nivelación	Líquido anticongelante del radiador.			
	Revisión y nivelación	Líquido del timón hidráulico.			
	Reemplazo	Filtro de combustible.			
	Reemplazo	Fajas de motor.			
	Reemplazo	Filtro de aire.			
	Limpieza y calibración	Injectores.			
	Limpieza y calibración	Bomba de inyección.			
	Calibrado	Válvulas.			
	Retorqueo	Culata.			
	Inspección	Velocidad ralenti del motor.			
Limpieza	Motor.				
Caja de velocidades, diferencial y transmisión	Nivelación	Aceite de diferencial y caja de transmisión.			
	Lubricación	Tren delantero, tren trasero y eje de transmisión.			
	Revisión	Rodamientos en ambos ejes.			
	Reemplazo	Aceite de diferencial.			
	Reemplazo	Aceite de caja de transmisión.			
Sistema eléctrico	Revisión	Iluminación interna y externa.			
	Revisión	Sistema eléctrico, motor de arranque y alternador.			
	Revisión	Luces de emergencia.			
	Revisión	Luz baja y alta, pida vías.			
	Revisión	Luces de frenos y retroceso.			
	Revisión y limpieza	Batería y Bornes.			
Suspensión y frenos	Revisión y nivelación	Líquido del acumulador.			
	Reemplazo	Zapatillas de frenos, en los 2 ejes.			
	Revisión	Neumáticos.			
	Calibración	Presión de aire en neumáticos.			
Carrocería	Inspección general	Sistema de frenos.			
	Inspección general	Estructura (carrocería, chasis y tapicería).			
	Limpieza	Exterior del vehículo.			

Supervisor de mantenimiento _____ Piloto _____

Figura 17. Formato para control de gastos

Fecha _____ Unidad _____

Nombre del Piloto _____

Servicio o reparaciones	Costo mano de obra	Descripción repuestos	Costo repuestos	Costo total

Supervisor de mantenimiento _____ Piloto _____

Figura 18. Formato para control de kilómetros

Unidad _____
 Piloto _____
 Fecha último servicio _____
 Tipo de último servicio realizado _____

Fecha	Viajes	Km por viaje	Total Km	Observaciones
Total Km recorridos			_____	