

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electromecánica



“Establecimiento y validación del Modelo Tarifario de ARESEP de Operación y
Mantenimiento para Auto Transportes LUMACA S.A.”

Informe de Práctica Profesional para optar por el título de Ingeniero en
Mantenimiento Industrial con el grado académico de Licenciatura

Danier Rodríguez Gamboa

Cartago, Agosto 2018

CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 12 de noviembre de 2018

Señores
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Danier Rodríguez Gamboa

carné No. 2014003610 si autorizo no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de Licenciatura en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 14 de noviembre, 2018 con el título Establecimiento y validación del Modelo Tarifario de ARESEP de Operación y Mantenimiento para Auto Transportes LUMACA S.A.

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante: 

Correo electrónico: rgdanier@gmail.com

Cédula No.: 304880352

Profesor Asesor:

Carlos Piedra Santamaría

Asesor Empresa:

Manuel Leitón Fernández

Tribunal Examinador

Luis Gómez Gutiérrez

Gilberth Bonilla Castillo

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE Y LA EMPRESA

Información del estudiante

Nombre: Danier Rodríguez Gamboa

Cédula:304880352

Carné ITCR: 2014003610

Dirección de su residencia en época lectiva: Residencias Estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Dirección de su residencia en época no lectiva: 500m este de APACOOOP RL. Santa Cruz de León Cortés, San José.

Teléfono en época lectiva: 8629 5710

Teléfono en época no lectiva: 2544 1623

Email: rgdanier@gmail.com

Información del proyecto

Nombre del proyecto: Establecimiento y validación del Modelo Tarifario de ARESEP de Operación y Mantenimiento para Auto Transportes LUMACA S.A.

Profesor Asesor: Carlos Piedra Santamaría

Horario de trabajo del estudiante: lunes a viernes: 7:30am a 5:00pm, sábados: 8:00am a 12:00md

Información de la empresa

Nombre: Autotransportes LUMACA S.A.

Actividad Principal: Transporte remunerado de personas en la modalidad autobús.

Dirección: Frente a Laboratorios Stein sobre la ruta nacional 2, Cartago.

Contacto: Manuel Leitón Fernández

Teléfono: 7300 4972

Tabla de contenido

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE Y LA EMPRESA.....	3
Información del estudiante.....	3
Información del proyecto.....	3
Información de la empresa	3
CAPÍTULO 1	9
INTRODUCCIÓN	9
1.1 Descripción de la Empresa	9
1.1.1. Descripción General	9
1.1.2. Misión	9
1.1.3. Visión.....	9
1.2. Estructura organizacional de la empresa.....	10
1.3. Descripción del proceso productivo	11
1.4. Definición del problema	12
1.5. Objetivos de la práctica.....	13
1.5.1. Objetivo General.....	13
1.5.2. Objetivos Específicos	13
1.6. Alcance del proyecto.....	14
CAPÍTULO 2	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1. Consumo de energía	15
2.2. Emisiones de gases de efecto invernadero	15
2.3. Mantenimiento Correctivo.....	16
2.4. Mantenimiento Preventivo	16
2.5. Cuadro de Mando Integral	16

2.6. Norma COVENIN 2500:93.....	17
2.6.1. Modelo de Gestión aplicado en Auto Transportes Lumaca S:A	21
CAPÍTULO 3.....	23
SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA.	23
CAPÍTULO 4.....	25
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	25
4.1. Datos de la flota de Auto Transportes Lumaca S.A.	25
4.2. Indicadores en el estudio estadístico	27
4.2.1. Estudio de rendimiento de llantas.....	27
4.2.2. Estudio de cambio filtro de Combustible.....	30
4.2.3. Frecuencia de cambios de aceite	31
4.2.4. Estudio de Rendimiento de Baterías	33
4.2.5. Estudio de Rendimiento de Combustible.....	35
4.3. Comparativo Frente al Modelo Tarifario de ARESEP	37
4.4. Ciclo de Vida Útil de un Autobús en Lumaca S.A	38
4.5. Comparación de emisiones según cada norma.....	42
CAPÍTULO 5.....	46
CUADRO DE MANDO INTEGRAL	46
Bibliografía	49
Anexos	50
Anexo 1. Ejemplo de resultado de muestra de aceite.....	50
Anexo 2. Planes de Mantenimiento por familia.....	51

Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama General de Lumaca S.A.	10
Figura 2 Diagrama de flujo del proceso	11
Figura 3 Etapas del mantenimiento.....	20
Figura 4 Modelo de gestión de Mantenimiento.	22
Figura 5 Rendimiento de llantas por familia	28
Figura 6 Rendimiento por marca.....	29
Figura 7 Cambio de filtro por familia	30
Figura 8 Cambio a partir de pruebas de aceite	31
Figura 9 Rendimiento de baterías por familia.....	34
Figura 10 Rendimiento por meses	34
Figura 11 Estudio de rendimiento de combustible	36
Figura 12 Rendimiento de fibras de freno	39
Figura 13 Relación de relleno versus cambio de aceite.....	39
Figura 14 Consumo de coolant.....	40

Índice de tablas

Tabla 1. Principios Básicos norma Covenin 2500-93	18
Tabla 2 Resultados de aplicación de Norma Covenin en el Departamento.....	23
Tabla 3 Familia de unidades de Lumaca S.A.	26
Tabla 4 Porcentajes de cumplimiento del mantenimiento.....	32
Tabla 5 Depreciación al 10%, costos máximos.	41
Tabla 6 Comparativa de estándares dentro de las normas Euro.....	42
Tabla 7 Reducción de emisiones.....	44
Tabla 8 Cuadro de mando integral del departamento.....	46

Resumen

La industria del transporte público remunerado de personas se encuentra en su mayoría gobernada de conocimiento empírico práctico en la toma de decisiones donde los valores numéricos por lo general no son considerados en el mantenimiento de las unidades, haciendo caso omiso a los mismos y dejándose llevar por la experiencia, es por esto donde se abre un esquema nuevo de conocimiento y actualización donde la ingeniería toma un papel importante para la toma de decisiones y orientación de las estrategias para lograr los objetivos que planteen las empresas, y así garantizar mejores servicios.

Este proyecto coloca un precedente en la Ingeniería en Mantenimiento Industrial dado que permite abrirse camino en esta industria al plantear un estudio estadístico que permite analizar grandes volúmenes de información que permite tomar mejores decisiones, además de una mejor aplicación de los planes de mantenimiento preventivo y así ofrecer servicios de mejor calidad para los usuarios, a nivel general no se ha realizado ningún estudio de esta índole en ninguna empresa a nivel nacional e internacional, sin embargo permite guiar a futuras empresas sobre un mismo norte y a su vez se establecen parámetros iniciales para poder compararse con otras empresas, estableciendo metas reales y tangibles.

Estos valores encontrados en la empresa perderían mérito si se dejan de calcular es por ello por lo que dentro del proyecto se incluye un Cuadro de Mando Integral que gracias a los datos iniciales que se han obtenido en el estudio estadístico, se establecen metas óptimas de operación de los indicadores utilizados para evaluar la aplicación del Modelo de Gestión del Departamento de Mantenimiento en la empresa.

Palabras clave: CMI, Modelo de Gestión, Mantenimiento Preventivo

Abstract

The public transport industry of people is mostly governed by practical empirical knowledge in decision making where numerical values are not usually considered in the maintenance of the units, ignoring them and being carried away by the experience, this is why a new knowledge and update scheme is opened where engineering takes an important role in decision making and orientation of the strategies to achieve the objectives set by the companies, and thus guarantee better services.

This project sets a precedent in Industrial Maintenance Engineering given that it allows to open a path in this industry by proposing a statistical study that allows analyzing large volumes of information to make better decisions, as well as a better application of preventive maintenance plans and thus offer better quality services for users, at a general level no study of this nature has been conducted in any company at national and international level, however it allows to guide future companies on the same north and at the same time initial parameters are set to be able to compare with other companies, establishing real and tangible goals.

These values found in the company would lose merit if they stop calculating, which is why the project includes an Balanced Scorecard that, thanks to the initial data obtained in the statistical study, establishes optimal operating goals. of the indicators used to evaluate the application of the Management Model of the Maintenance Department in the company.

Keywords: CMI, Management Model, Preventive Maintenance

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la Empresa

1.1.1. Descripción General

La empresa se dedica al transporte remunerado de personas en la ruta 300 San José a Cartago y viceversa, inicia operaciones en el año 2006 con la ayuda de un grupo de empresas logra realizar apertura con 96 unidades, después pasa a tener 102 autobuses e independizarse por completo y actualmente posee 118 autobuses en horario no pico y 134 en los horarios pico, para garantizar el mejor servicio al usuario.

Posee su propio taller de mantenimiento, tanto para la parte de mecánica, como de pintura, con una bodega propia de repuestos, además de abastecimiento de combustible en el plantel para un mejor control, en la figura 1 se muestra la organización que tiene actualmente la empresa.

1.1.2. Misión

Ofrecer a los usuarios una eficiente, segura y cómoda prestación del servicio público de transporte remunerado de personas.

1.1.3. Visión

Consolidarse como una empresa modelo y líder en la prestación del servicio público con los mejores parámetros de seguridad, calidad, puntualidad, responsabilidad, cortesía y eficiencia.

1.2. Estructura organizacional de la empresa

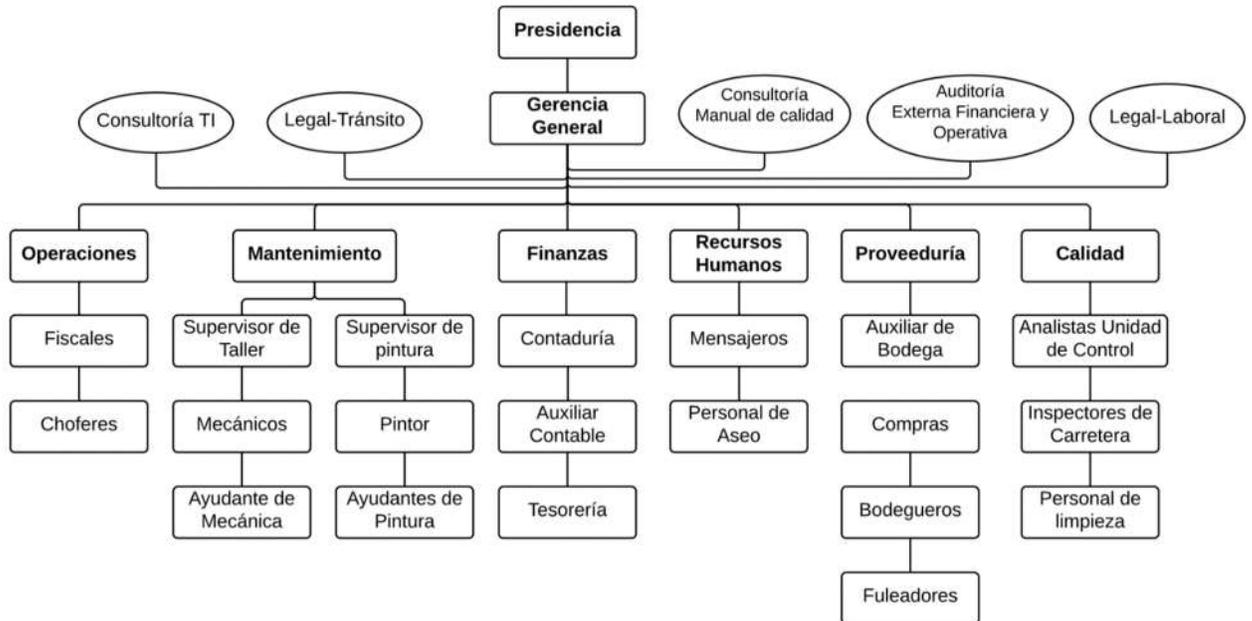


Figura 1 Organigrama General de Lumaca S.A.

Fuente: LUMACA S.A.

1.3. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo se basa en el transporte de los clientes tal y como se muestra en la figura 2, según sea la ruta, además cabe destacar que esta ruta posee actualmente 22 ramales, y se deben tomar en cuenta a la hora de establecer los parámetros de consumo de insumos.

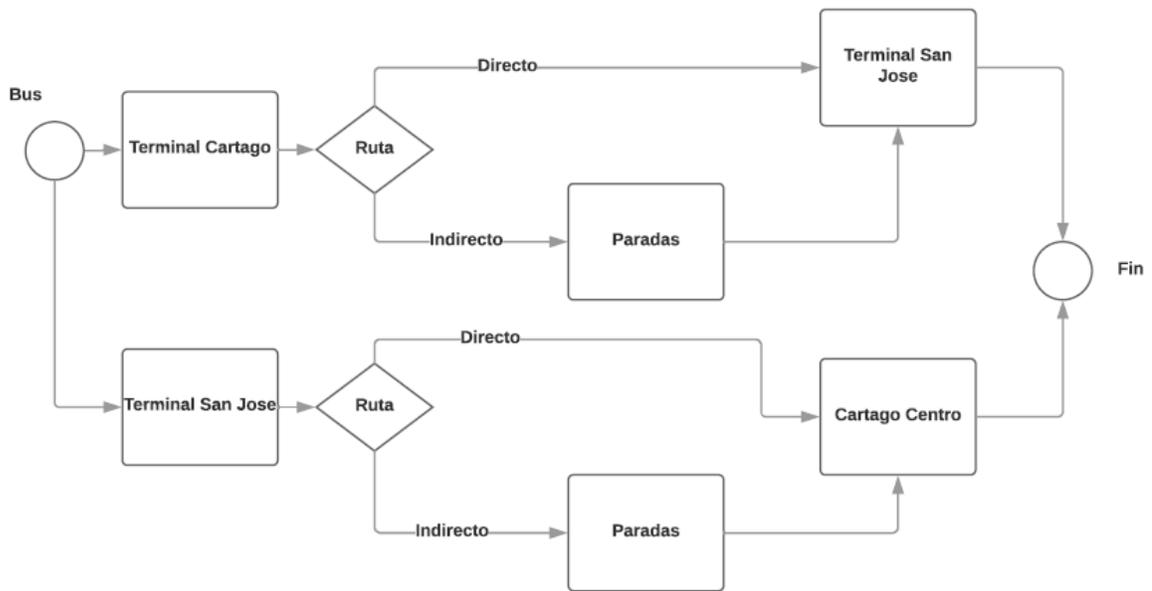


Figura 2 Diagrama de flujo del proceso

PUBLISHER 2016

1.4. Definición del problema

Para empezar las operaciones de la empresa se encuentran valoradas y fiscalizadas por ARESEP , dicho ente estatal establece las tarifas actualmente basándose en el modelo creado mediante el trabajo que realizó el Tecnológico de Costa Rica, mediante el compromiso llamado “Contratación de servicios profesionales para la determinación y validación técnica de los coeficientes de consumo de insumos necesarios para determinar los costos de operación y mantenimiento de vehículos para el transporte remunerado de personas en la modalidad autobús” mediante un contrato directamente con ARESEP.

La empresa actualmente no cuenta con un modelo de gestión que le permita mediante un sistema de indicadores evaluar el cumplimiento de los objetivos del mantenimiento, además de establecer los índices de operación óptimos y con ello poder comparar la situación que tienen en su caso particular frente al modelo tarifario que utiliza ARESEP, además para la empresa es importante poder vincular este estudio con la vida útil del autobús para poder tomar decisiones frente a la renovación de flota y también con el mantenimiento que se le realiza a estas unidades.

Otro punto para tomar en cuenta es que la empresa tiene demasiada información, pero necesita establecer un sistema de indicadores que permita realizar una interpretación rápida y efectiva para mejorar la toma de decisiones en torno a sus activos.

1.5. Objetivos de la práctica

1.5.1. Objetivo General

1.5.1.1. Determinar un estudio estadístico que valide o no el cumplimiento del modelo tarifario de costos de operación y mantenimiento establecido por ARESEP para la empresa Autotransportes LUMACA S.A.

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Diseñar un modelo de gestión de mantenimiento en la empresa, que permita la reestructuración del manejo de recursos para mantenimiento.

1.5.2.2. Determinar el índice de rendimiento de combustible en litros por kilómetro de las unidades nuevas, versus unidades que han pasado su vida útil según fabricante, corroborando la aplicación del modelo tarifario.

1.5.2.3. Establecer documentación y control para consumo insumos ¹ según modelo tarifario de ARESEP, contrastando sus índices respectivos.

1.5.2.3. Comparar el índice de emisiones de dióxido de carbono por litro de combustible en los autobuses (nuevos basados en la norma Euro 5), con los buses de años anteriores

1.5.2.4. Crear un Cuadro de Mando Integral, evidenciando el control de insumos según el modelo tarifario establecido por ARESEP.

¹ Repuestos, aceites, grasas, llantas, filtros, baterías, frenos.

1.6. Alcance del proyecto

Con este proyecto se busca llegar a un diseño de un modelo completo de gestión de mantenimiento en la empresa, que permita validar estadísticamente los indicadores internos de LUMACA S.A contra el Modelo Tarifario de Costos de Operación y Mantenimiento establecido por la ARESEP, con lo cual se tengan las herramientas para poder evaluar y con ello mejorar las decisiones que se toman como departamento, reforzando los puntos débiles que se tienen en las acciones que actualmente se llevan a cabo.

También se entregarán los planes de mantenimiento preventivo reestructurados a la operación actual de la empresa para poder garantizar la disponibilidad meta que tiene Auto Transportes LUMACA S.A donde solamente se permite un 5% de las unidades en el taller en el tiempo de hora pico para poder garantizar la correcta operación de la flota de autobuses, registrando los trabajos que se realizan para poder facilitar la toma de decisiones en los activos, actualmente se tiene una disponibilidad promedio del 90%.

Además, se plantea mejorar la eficiencia en los procesos de mantenimiento y operación de LUMACA, que actualmente tienen un 30% de tiempos muertos y a la vez poder comparar con datos reales los puntos que se encuentran en el modelo tarifario de la ARESEP, mediante una exposición de los resultados finales encontrados en la empresa para satisfacer las necesidades de la empresa y la correcta aplicación del modelo tarifario.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Consumo de energía²

En este contexto el consumo de energía se refiere al gasto de combustible de los autobuses en este caso diésel, para ello se tiene que cuantificar el rendimiento de cada unidad perteneciente a la flota de Lumaca en el último periodo fiscal, que se refiere a cuántos kilómetros puede recorrer por cada litro de diésel, dando un seguimiento quincenal de todas las unidades.

2.2. Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones se refiere a la cantidad de gases contaminantes que debido al proceso de combustión, se expulsan a la atmósfera, tal y como enuncia (Riol, 2012) para el diésel se puede aplicar esta relación de “255 gramos de CO₂ por kWh en tracción diésel (2,6 kg de CO₂ por cada litro de diésel)”, en el caso de las unidades de Autotransporte LUMACA SA, se puede aplicar esta relación solamente en el caso de los buses antiguos dado que los más nuevos se encuentran bajo la norma Euro 5 que se enuncia a continuación:

Comparativa de normas de emisiones de contaminantes (Normas Euro)

La norma Euro 5, se aprobó en año 2007, es solamente la última de una serie de normativas comunitarias que han querido ir reajustando las emisiones de los coches vendidos dentro de la Unión Europea de forma progresiva. En el caso de motores diésel, la emisión de monóxido de carbono debe estar por debajo de los 500 mg/km,

² En base al estudio de (Riol, R, 2012)

mientras que la cantidad de partículas liberadas a la atmósfera no puede superar los 5 mg/km.

2.3. Mantenimiento Correctivo

Según García (2009) Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo, es la primera generación de mantenimiento.

2.4. Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema, pertenece a la segunda generación de mantenimiento

2.5. Cuadro de Mando Integral

También conocido como Balanced Score Card permite establecer los indicadores necesarios para la gestión en la empresa garantizando una buena operación y control, volviendo más eficiente el departamento, se divide en cuatro perspectivas como sigue:

- Finanzas: en este apartado podemos referirnos a las inversiones, para evaluar la finalidad de estas.
- Cliente: permite evaluar la satisfacción del cliente en torno al servicio brindado.
- Procesos internos: se establecen mediante los objetivos de la empresa, para evaluar su organización
- Aprendizaje y crecimiento: se basa en el mejoramiento continuo para lograr mejores resultados

2.6. Norma COVENIN 2500:93

Esta norma venezolana que surge con el objetivo de definir una serie de criterios que permitieran la definición y homologación de la calidad en la gestión del mantenimiento, bajo el decreto oficial N° 501 con la creación de la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN.

Dicha norma consiste en un método cuantitativo para la evaluación de empresas manufactureras ya en funcionamiento. La misma define una serie de áreas de análisis con su respectivo principio básico donde se define la función primordial de mantenimiento según el área, para luego definir una serie de deméritos o condiciones no deseadas que de estar presentes reducen la calificación total del rubro avaluado, en mayor o menor medida según la incidencia.

Esta norma define cuatro factores principales a evaluar los cuales son:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

A partir de cada factor se divide en una serie de áreas, y posteriormente se definen los principios básicos a evaluar en la norma; en la siguiente tabla se puede observar tal distribución.

Tabla 1. Principios Básicos norma Covenin 2500-93

Factor	Área	Principio Básico
Organización de la Empresa	I. Organización de la Empresa	I. 1 Funciones y Responsabilidades.
		I.2 Autoridad y Autonomía.
		I.3 Sistemas de Información.
Organización de la Función de Mantenimiento	II. Organización de Mantenimiento.	II.1 Funciones y Responsabilidades.
		II.2 Autoridad y Autonomía.
		II.3 Sistemas de Información.
Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.	III. Planificación de Mantenimiento.	III.1 Objetivos y Metas.
		III.2 Políticas para la planificación.
		III.3 Control y Evaluación.
	IV. Mantenimiento Rutinario.	IV.1 Planificación.
		IV.2 Programación e implementación.
		IV.3 Control y Evaluación
	V. Mantenimiento Programado.	V.1 Planificación
		V.2 Programación e implantación.
		V.3 Control y evaluación.
	VI. Mantenimiento Circunstancial.	VI.1 Planificación.
		VI.2 Programación e implantación.
		VI.3 Control y evaluación.
	VII. Mantenimiento Correctivo.	VII.1 Planificación.
		VII.2 Programación e implantación.
		VII.3 Control y evaluación.
	VIII. Mantenimiento Preventivo	VIII.1 Determinación de Parámetros.
		VIII.2 Planificación.
		VIII.3 Programación e Implementación.
		VIII.4 Control y Evaluación.
	IX. Mantenimiento por Avería.	IX.1 Atención de las fallas.
		IX.2 Supervisión y Ejecución.
IX.3 Información Sobre las Averías.		
Competencia del Personal	X Personal de Mantenimiento	X.1 Cuantificación de las necesidades del personal
		X.2 Selección y Formación.
		X.3 Motivación e Incentivos.
	XI. Apoyo Logístico	XI.1 Apoyo Administrativo.
		XI.2 Apoyo Gerencial.
		XI.3 Apoyo General.
	XII. Recursos	XII.1 Equipos.
		XII.2 Herramientas.
		XII.3 Instrumentos.
		XII.4 Materiales.
		XII.5 Repuestos.

Fuente: Norma Covenin 2500-93, adaptada en Word 2016

Valoración según Norma Covenin 1980-89

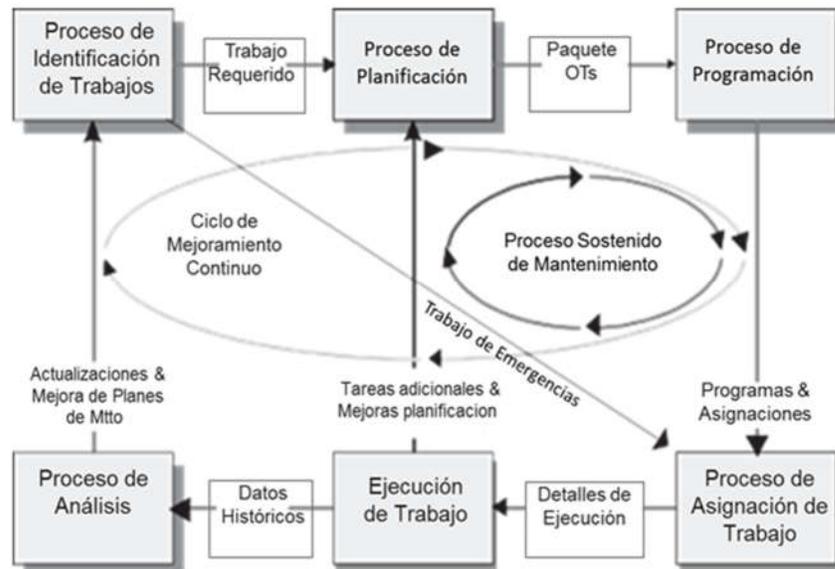
La norma Covenin 1980 – 89 define una escala numérica para la norma Covenin 2500 – 93, permitiendo seguir con la misma lógica de evaluación. La misma define la escala con un rango que va de 0% a 100% con los siguientes criterios de clasificación de la gestión del mantenimiento modificados por el autor. Los cuatro niveles de evaluación definidos son:

- Excelente (90% - 100%): Gestión del mantenimiento de clase mundial. Nivel de operación óptimo.
- Buena (70% - 89%): Gestión del mantenimiento con tendencias a nivel de clase mundial. Existe un sistema de gestión que permite un nivel de operación bueno, con algunas áreas por fortalecer, por lo que existen algunas oportunidades de mejora.
- Regular (50% - 69%): Existe una gestión del mantenimiento básica, desconociendo las mejores prácticas de clase mundial y las nuevas filosofías del mantenimiento. Existen varias oportunidades de mejora. Nivel de operación promedio.
- Mala (0% - 49%): La gestión del mantenimiento es deficiente, entorpeciendo el nivel óptimo de operación llevándolo por debajo del promedio. Existen muchas oportunidades de mejora.

2.7. Modelo de gestión de mantenimiento

Un modelo de gestión permite guiar el mantenimiento en una dirección determinada para el cumplimiento de objetivos tanto de la empresa como del departamento, para obtener una correcta administración de la información y los recursos se debe lograr la unión de distintos aspectos que cumplen un fin definido, para poder gestionar el mantenimiento de una forma eficiente y de con una excelente calidad del servicio brindado.

En la historia del mantenimiento, distintos autores han realizado modelos de gestión de mantenimiento donde lo que buscan es abarcar todas las actividades destinadas a determinar los objetivos y prioridades del mantenimiento. Se sugieren distintas estrategias y responsabilidades con el fin de facilitar la planificación, programación y control de la ejecución de este, la guía que se utilizara en este proyecto se basa en la norma ISO 9001-2008, a su vez manteniendo el control con el Cuadro de Mando Integral



Fuente: Norma ISO 9001-2008

Figura 3 Etapas del mantenimiento

2.6.1. Modelo de Gestión aplicado en Auto Transportes Lumaca S:A

En este punto se plantea un modelo según la situación actual de la empresa, para cumplir las metas y objetivos propuestos, apoyándose en el escrito “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo” [2], se ha realizado una propuesta de modelo de gestión de mantenimiento aplicable a la empresa suponiendo que existen algunos procesos de mantenimiento bien establecidos, pero no un modelo de gestión del mantenimiento que muestre el proceso a seguir destinado a esta labor y que busque un proceso de mejora continua.

Se plantea desarrollar el mismo tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Mejora continua en el tiempo
- Los objetivos de la gestión de mantenimiento están alineados al cumplimiento de los objetivos de la empresa (misión y visión) a todo nivel organizacional para lograr la integración y correcta gestión del departamento de mantenimiento.
- El modelo por presentar se compone de 10 etapas principales, haciendo énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, así como al control y evaluación.
- Identificación de las causas raíces que provocan los fallos en la empresa.

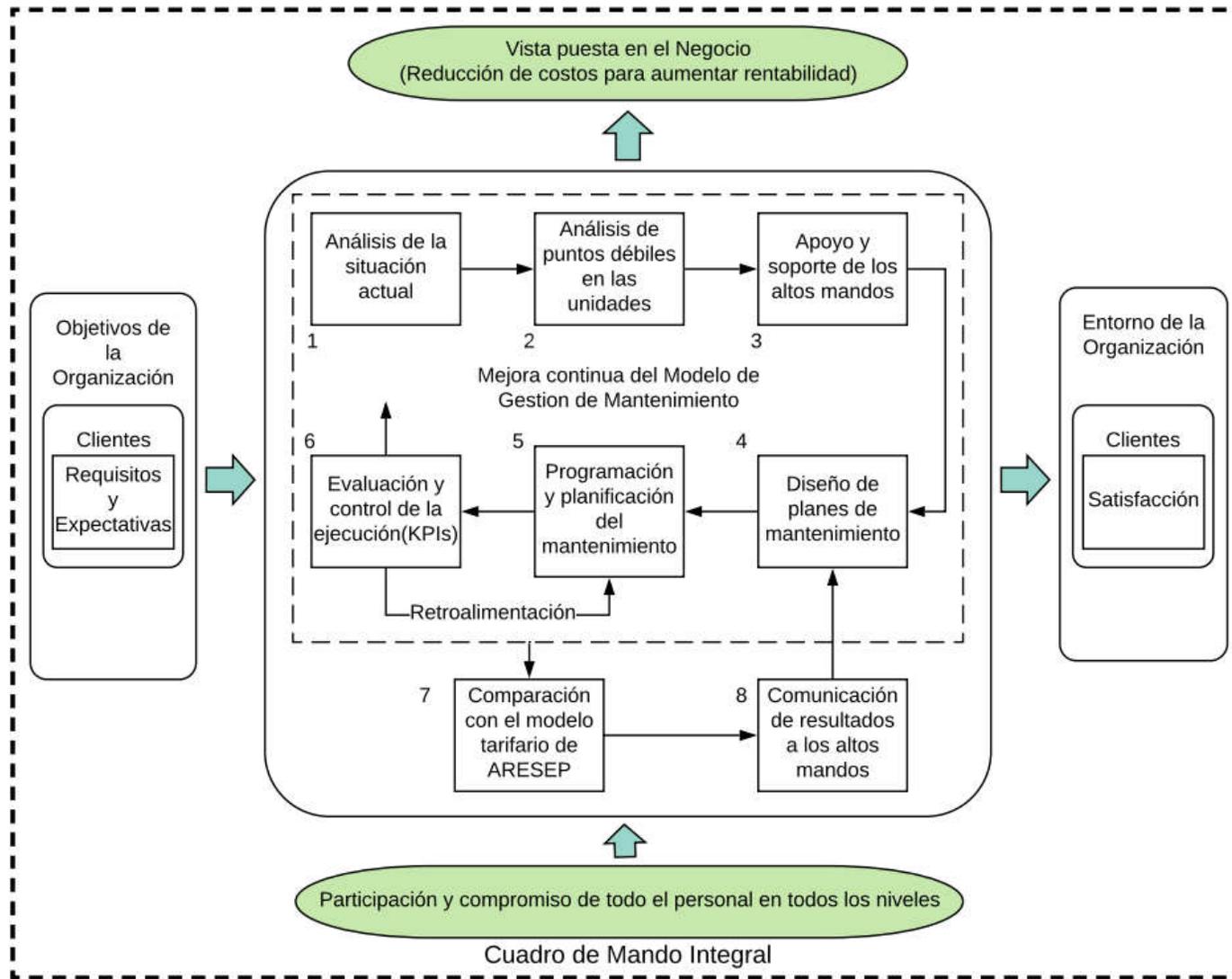


Figura 4 Modelo de gestión de Mantenimiento.

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA.

A partir de la aplicación de la Norma Covenin se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2 Resultados de aplicación de Norma Covenin en el Departamento

Área	Criterio	Puntuación (%)	Valoración
I	Organización de la Empresa	84,0	Bueno
II	Organización de Mantenimiento	83,0	Bueno
III	Planificación de Mantenimiento	71,0	Bueno
IV	Mantenimiento Rutinario	87,2	Bueno
V	Mantenimiento Programado	77,2	Bueno
VI	Mantenimiento Correctivo	56,0	Regular
VII	Mantenimiento Preventivo	71,2	Bueno
VIII	Mantenimiento por Avería	60,0	Regular
IX	Personal de Mantenimiento	69,0	Regular
X	Apoyo Logístico	95,0	Excelente
XI	Recursos	85,3	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

Word 2016

A partir de los datos anteriores se presenta el siguiente grafico para ayudar en la comprensión de la situación del Departamento de Mantenimiento, para lograr proponer las medidas correspondientes, y así plantear la mejor solución para el mantenimiento en la empresa.

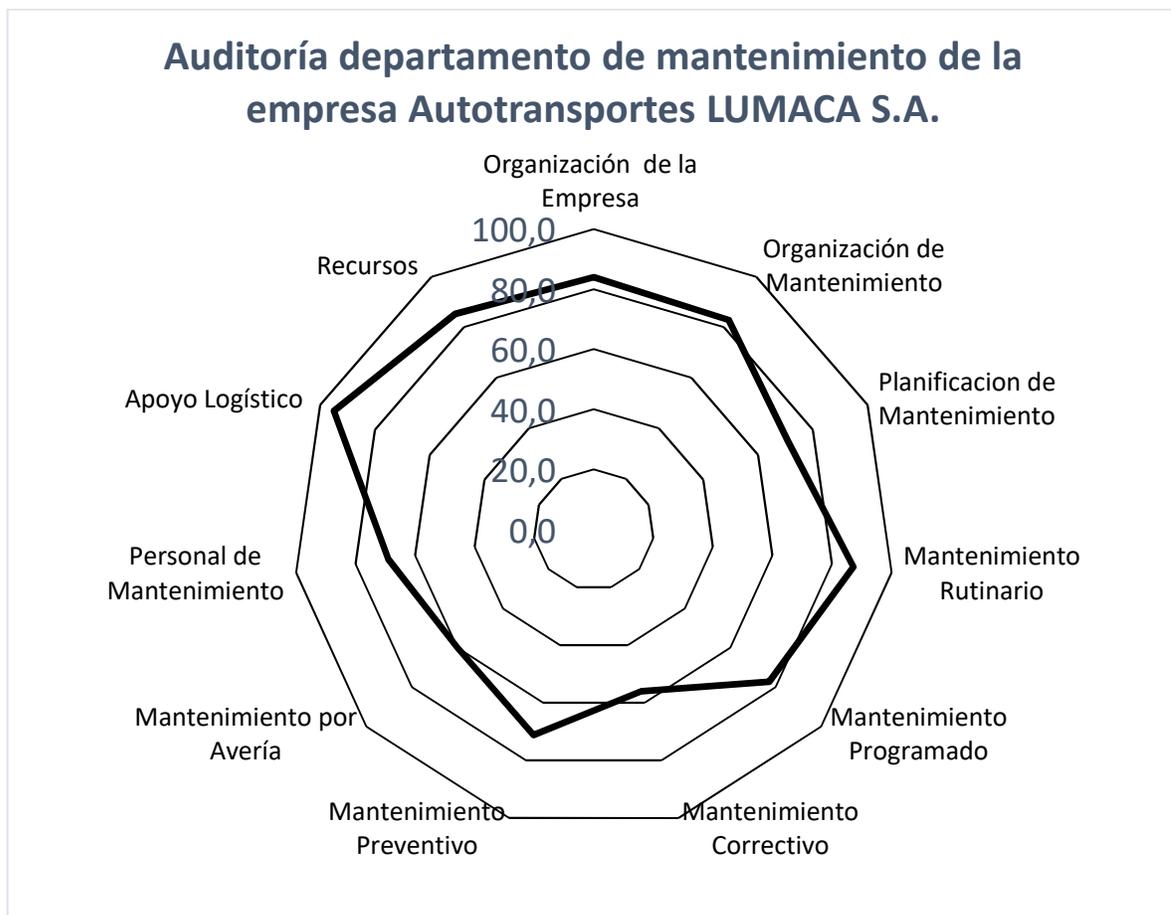


Figura 1. Auditoría Covenin 2500-93

EXCEL 2016

Tomando en cuenta los datos obtenidos por la norma Covenin se debe tener en consideración que la madurez del Departamento de Mantenimiento en la empresa es de un 76% que según la evaluación es buena, pero tiene algunos puntos que se pueden mejorar, para lo cual se desarrollan los siguientes capítulos de este estudio.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se va a realizar un compendio de los resultados encontrados en la empresa que permiten tomar decisiones sobre los activos, además de establecer los indicadores de rendimiento de llantas, fibras, aceites, baterías y demás insumos para relacionarlos con el modelo tarifario de ARESEP.

4.1. Datos de la flota de Auto Transportes Lumaca S.A.

Este capítulo permite tener una idea de cómo está distribuida la flota en estudio de Auto Transportes Lumaca S.A., dando datos importantes a tener en cuenta en los capítulos siguientes.

Es importante tener en cuenta que durante este estudio se da un cambio importante en la flota, dado que se realiza una renovación de 50 autobuses en la empresa, por lo que se debe dejar en claro las características de las unidades entrantes, así como de las anteriores, para obtener un mejor análisis de resultados y así los datos se puedan analizar y presentar con mayor claridad, entendiendo mejor el análisis del siguiente capítulo, para ello se plasman las características principales de cada familia en la tabla 3 que se muestra a continuación:

Tabla 3 Familia de unidades de Lumaca S.A.

Familia (por carrocería)	Año	Marca Motor	Cilindraje (cc)	Potencia (HP)	Norma Euro	Tipo de caja	Nº
KING LONG	2018	Cummins	8900	340	5	Automática	50
KING LONG MAN	2017	Man	6800	290	4	Automática	15
HIGER 2013	2013	Cummins	6700	270	3	Manual	21
SCANNIA	2003	Scannia	12000	360	1	Manual	5
HIGER 2015	2015	Cummins	8900	330	3	Manual	25
MERCEDES BENZ	2006	Mercedes Benz	6300	240	2	Manual	53
MASCARELLO	2011	Volkswagen	7200	230	3	Manual	10
MASCARELLO	2006	Volkswagen	7200	230	2	Manual	5
MERCEDEZ BENZ 1721	2006	Mercedes Benz	6300	240	2	Manual	5

Fuente: Elaboración propia

4.2. Indicadores en el estudio estadístico

En este subcapítulo se presentan los indicadores más importantes que tienen una relación directa con el Modelo Tarifario de ARESEP.

4.2.1. Estudio de rendimiento de llantas

En esta sección del documento se presentan los gráficos de rendimiento actual de llantas utilizadas en la empresa para llegar a este resultado se realizaron los siguientes pasos:

- Informe de salidas de llantas por parte de proveeduría, tomando como fecha de inicio 01 de octubre de 2016 al 23 de agosto de 2018, mediante el programa TECAPRO, en el cual se tiene el registro de salidas por unidad.
- Obtención de kilometraje de las unidades mediante GPS de forma quincena, para calcular el kilometraje promedio recorrido por día
- Calculo de rendimiento de cada llanta, ya sea por unidad o por marca según sea el caso, obteniendo un promedio diario de kilometraje y calculando los días trabajados entre cada cambio.
- Agrupamiento por marca de llanta o por familia de unidades, según sea el caso para facilitar la lectura e interpretación de la información.

Para poder evidenciar los resultados de una manera más clara se graficaron según la familia de unidades, descrita en la sección 4.1 de este documento, lo cual se puede ver en la figura 5, tal y como se puede apreciar en la figura el rendimiento más alto lo tienen la familia de unidades King Long Man, además el más bajo se pronostica para las unidades nuevas, debido a un desgaste por falta de un correcto alineamiento, lo cual ya fue corregido.

Un punto importante es que el rendimiento promedio de manera general es de 70000 km, lo cual nos permite comparar a Lumaca S.A. frente al Modelo Tarifario de ARESEP, lo cual se hablara más adelante.

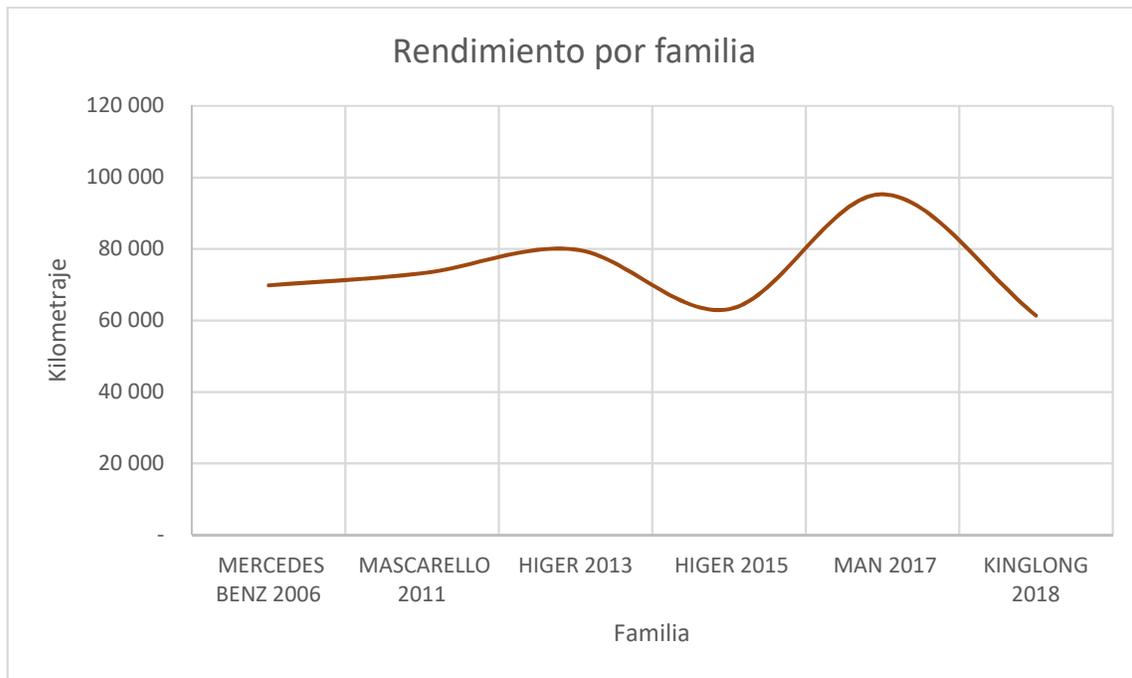


Figura 5 Rendimiento de llantas por familia

EXCEL 2016

Además, un punto muy importante en este estudio de rendimiento de llantas es verificar cual marca de llanta está rindiendo de una mejor manera para analizar si se continua con la misma o se necesita un cambio dado que no solo se debe tener en cuenta el valor inicial de este insumo, si no el rendimiento total, además del trabajo que conlleva considerando a su vez garantizar la seguridad de la unidad en las condiciones actuales de las carreteras por las que transita la ruta de Auto Transportes Lumaca S.A., en la figura 6 se puede evidenciar el rendimiento de cada marca de mayor a menor, esto permite comprar las mejores llantas, que en este caso considerando el costo versus el rendimiento, es la marca Aeolus 295/80R 22.5 modelo AGB 20 la ventaja de esta llanta es la profundidad de la estría en la banda de rodamiento dado que tiene 20mm, mientras que las demás tienen en promedio 15mm, por lo cual se debe considerar buscar este modelo para tener un mejor rendimiento, lo cual generaría un ahorro del 16% en el rubro de llantas.

Por otro lado, la marca FULLRUN, pese a tener un buen rendimiento, presentaba grandes deformaciones en la banda de rodadura por lo que no se recomienda volver a comprar esta llanta, y en lo que cabe a la Keter 295/22.5, Aplus 11R 22.5 presentan rendimientos por debajo de lo que ofrece la marca por lo cual no se recomienda invertir en estas marcas.



Figura 6 Rendimiento por marca

EXCEL 2016

4.2.2. Estudio de cambio filtro de Combustible

En esta sección del documento se presentan los gráficos de rendimiento actual de filtros de combustible utilizadas en la empresa para llegar a este resultado se realizaron los siguientes pasos:

- Informe de salidas de bodega por parte de proveeduría, tomando como fecha de inicio 01 de octubre de 2017 al 23 de agosto de 2018, mediante el programa TECAPRO, en el cual se tiene el registro de salidas por unidad.
- Obtención de kilometraje de las unidades mediante GPS de forma quincenal, para calcular el kilometraje promedio recorrido por día en cada unidad
- Calculo de rendimiento de cada filtro por unidad, obteniendo un promedio diario de kilometraje y calculando los días trabajados entre cada cambio.
- Agrupamiento por familia, para facilitar la lectura e interpretación de la información.

En la figura 7 se puede apreciar como varía según sea la familia de autobuses en estudio debido al cambio en las frecuencias de mantenimiento, para un rendimiento promedio de 22250km, lo cual se compara más adelante con el Modelo Tarifario de ARESEP en una sección posterior.

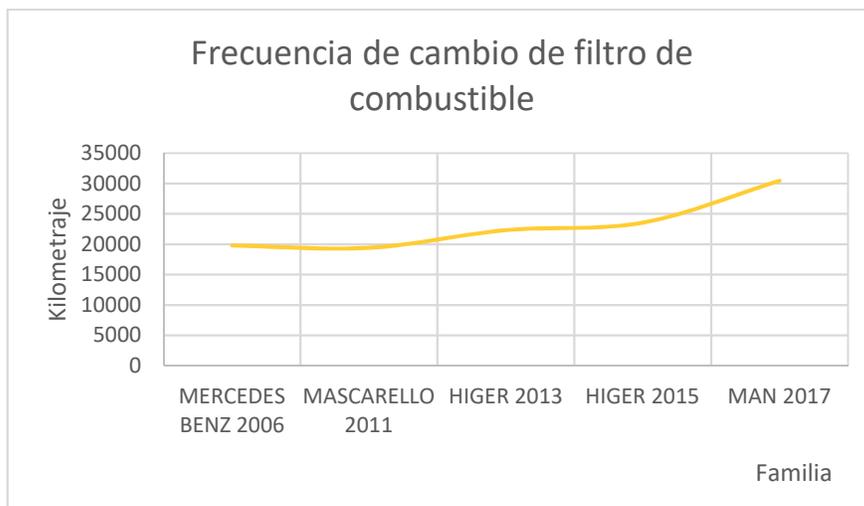


Figura 7 Cambio de filtro por familia

4.2.3. Frecuencia de cambios de aceite

4.2.3.1. Mantenimiento de motor

En lo que respecta al cambio de aceite de motor se ha realizado un cambio progresivo a través de los años y mediante pruebas de aceite de laboratorio (Ver ejemplo en Anexo 1) se han logrado establecer las frecuencias de mantenimiento actuales donde prácticamente todas las familias de unidades se mantienen muy cercano al promedio de cambio de 22 614km, en la siguiente figura se puede ver cómo ha cambiado la frecuencia de mantenimiento de motor con las pruebas obteniendo un mejor rendimiento del aceite, sin arriesgar la integridad mecánica de la unidad.

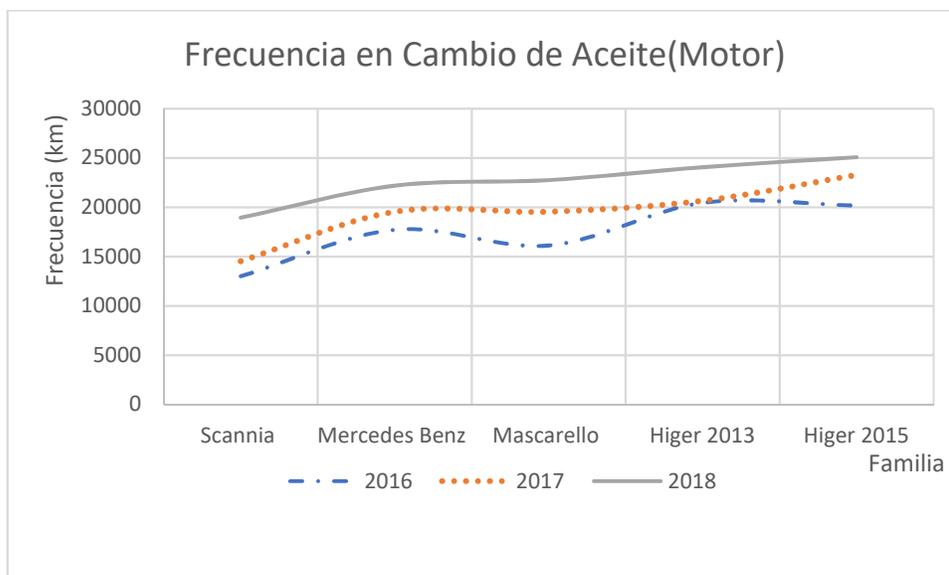


Figura 8 Cambio a partir de pruebas de aceite

EXCEL 2016

Además, a la hora de iniciar el estudio se tenía un cumplimiento por debajo de la meta, al descubrir este tema se aplica un control de kilometraje más estricto que permita llevar un mejor control y a partir de hecho se ha encontrado una gran mejoría, tal y como se muestra en la tabla 4.

4.2.3.2. Mantenimiento de transmisión (Caja de cambios)

En lo que respecta a la caja de cambios se tiene una frecuencia de cambio de 100 000km según fabricante, se aplica de forma genérica, por lo que se deben realizar pruebas de aceite para corroborar esta frecuencia de cambio, a lo que se tiene un porcentaje de cumplimiento actual del 87,5% tal y como se enuncia en la siguiente tabla.

4.2.3.3. Mantenimiento de diferencial

En el cambio de aceite de diferencial, es donde se ha quedado más rezagado el sistema dado que según fabricante se debería realizar cada 60 000km y algunas unidades no tienen ningún registro de que se realicen estos cambios, por lo que se debe implementar con carácter de urgencia.

4.2.3.4. Cumplimiento de mantenimientos

En la siguiente tabla se muestra el cumplimiento a la hora de inicio del proyecto además del actual con los cambios realizados, en cuanto a programación y control.

Tabla 4 Porcentajes de cumplimiento del mantenimiento

Porcentaje de cumplimiento	Anterior	Actual	Meta a corto plazo
Motor	77,5%	98,4%	100%
Caja de cambios	80%	87,5%	100%
Diferencial	47,2%	59,2%	100%

4.2.4. Estudio de Rendimiento de Baterías

En esta sección del documento se presentan los gráficos de rendimiento actual de baterías utilizadas en la empresa para llegar a este resultado se realizaron los siguientes pasos:

- Informe de salidas de bodega por parte de proveeduría, tomando como fecha de inicio 01 de octubre de 2016 al 23 de agosto de 2018, mediante el programa TECAPRO, en el cual se tiene el registro de salidas por unidad.
- Obtención de kilometraje de las unidades mediante GPS de forma quincenal, para calcular el kilometraje promedio recorrido por día en cada unidad
- Calculo de rendimiento de cada batería por unidad, obteniendo un promedio diario de kilometraje y calculando los días trabajados entre cada cambio.
- Agrupamiento por familia, para facilitar la lectura e interpretación de la información.

En la imagen 9 y 10 se puede apreciar como varía según sea la familia de autobuses en estudio, para un rendimiento promedio de 14 meses equivalente en kilometraje a 80000km, lo cual se compara más adelante con el Modelo Tarifario de ARESEP en una sección posterior.

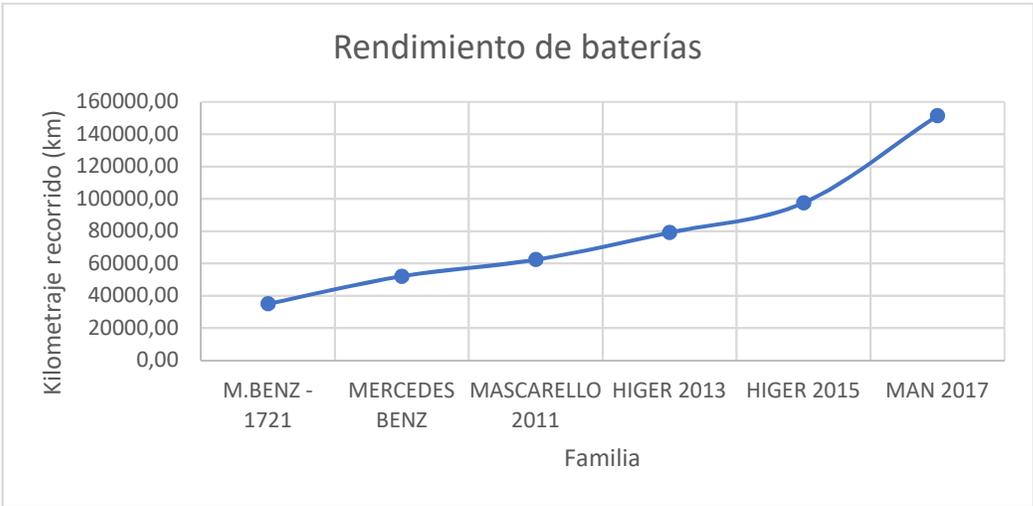


Figura 9 Rendimiento de baterías por familia

Fuente: EXCEL 2016

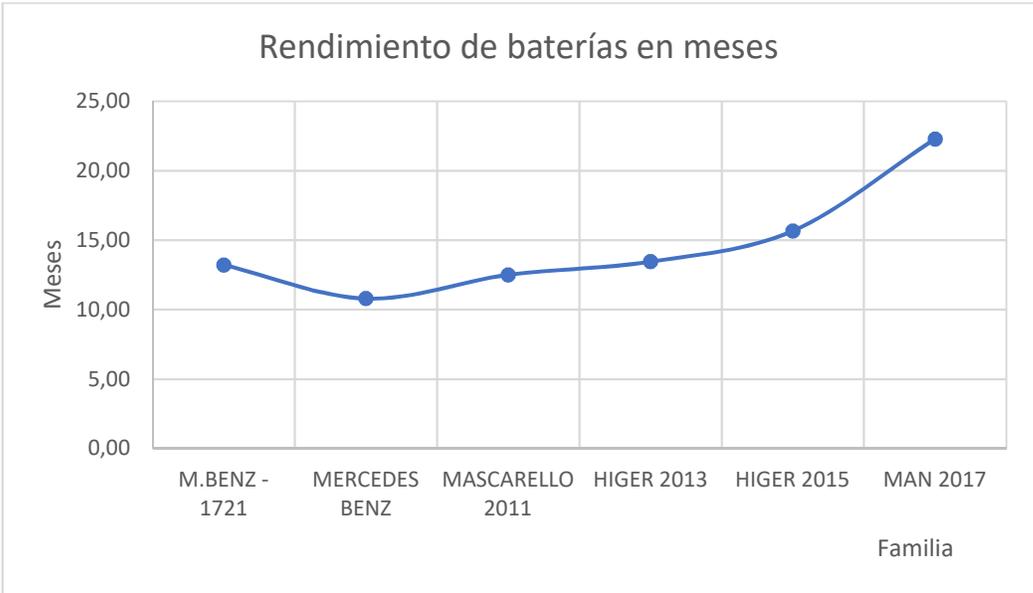


Figura 10 Rendimiento por meses

Fuente: EXCEL 2016

4.2.5. Estudio de Rendimiento de Combustible

En esta sección del documento se presentan los gráficos de rendimiento actual de combustible de la empresa, para llegar a este resultado se realizaron los siguientes pasos:

- Informe de salidas de bodega por parte de proveeduría, tomando como fecha de inicio 01 de octubre de 2017 al 23 de agosto de 2018, mediante el programa TECAPRO, en el cual se tiene el registro de salidas por unidad.
- Obtención de kilometraje de las unidades mediante GPS de forma quincenal, para calcular el kilometraje promedio recorrido por día en cada unidad
- Calculo de rendimiento de combustible por quincena para cada unidad, obteniendo un promedio diario de rendimiento y calculando así todos los rendimientos
- Agrupamiento por familia, para facilitar la lectura e interpretación de la información.

En la imagen 11 se puede apreciar como varía según sea la familia de autobuses en estudio, para un rendimiento promedio de 2.215km/l, este punto es clave en el estudio dado que permite establecer criterios de selección de unidades nuevas para obtener un mejor rendimiento de combustible, según las características de cada familia, cabe destacar que estas características aplican solamente para rutas con recorridos similares a los de esta ruta en estudio.

1. Unidades con bajo peso alrededor de las 13 toneladas, para ser exactos de la línea Interurbana, que presentan mayor ahorro de combustible, sacrificando imagen de la empresa.
2. Unidades con motores de cilindraje menor a los 7000 cc
3. Cajas de cambios manuales presentan un mejor rendimiento de combustible
4. Garantizar el cumplimiento de las normativas de emisiones de contaminantes.

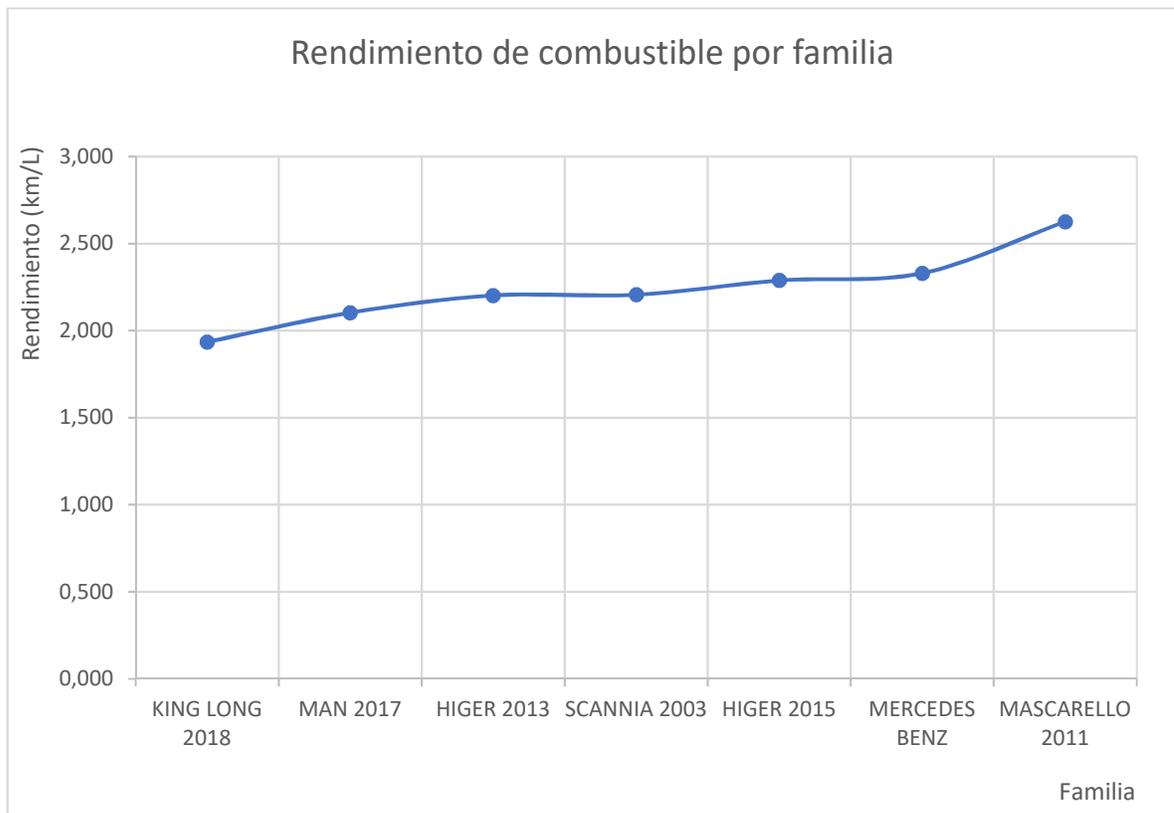


Figura 11 Estudio de rendimiento de combustible

Fuente: EXCEL 2016

4.3. Comparativo Frente al Modelo Tarifario de ARESEP

En la tabla siguiente se muestra la comparación de los datos que aplica actualmente ARESEP, frente a los datos reales de consumo de insumos de Auto Transportes Lumaca S.A.

Tabla 4.3 Cuadro comparativo del modelo tarifario.

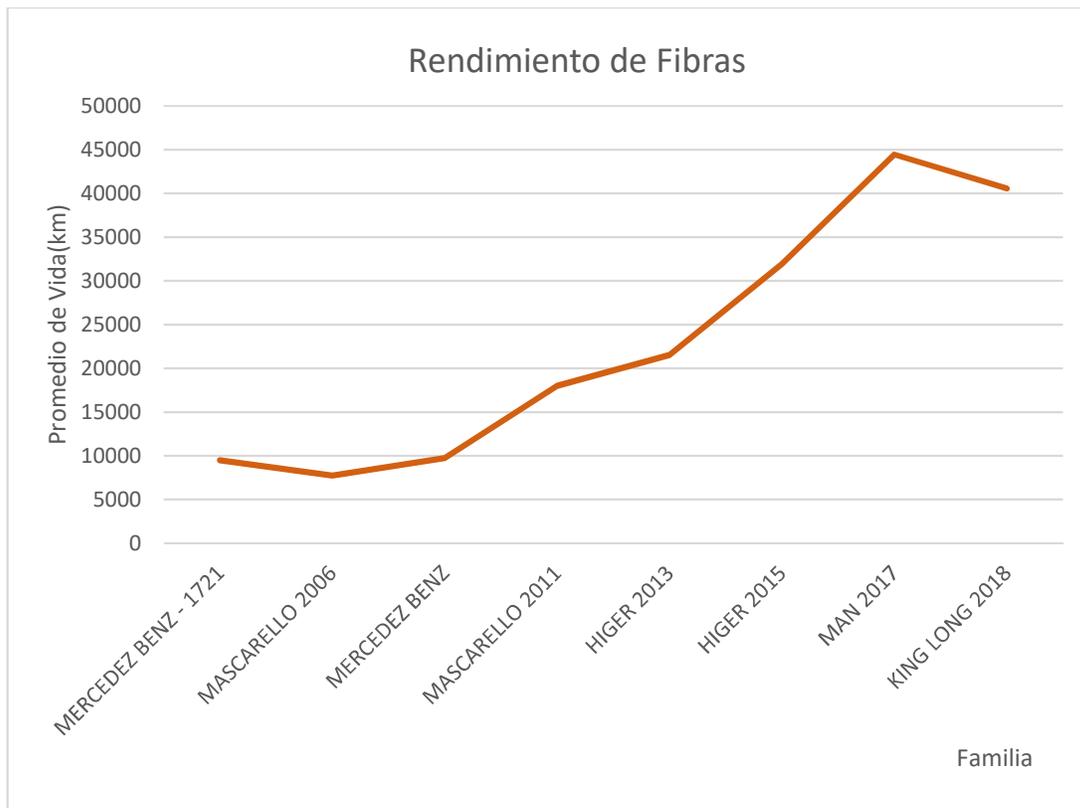
Coeficiente	Modelo Tarifario ARESEP	Auto Transportes Lumaca S.A.
Consumo de Llantas	61000km	72000km
Cambio de filtro de combustible	14500km	22250km
Cambio aceite de motor	10000km	22646km
Cambio de aceite de transmisión	50000km	Alrededor de 100000km, dependiendo de la familia
Cambio de aceite diferencial	30000km	Fabricante de buses recomienda 60000km
Cambio de aceite hidráulico	80000km	Indefinido Falta de documentación que evidencie el cambio, se evidencia reajuste de nivel de hidráulico
Cambio de baterías	15 meses	14 meses
Consumo de combustible	2,2287km/L	2,215km/L

Fuente: Elaboración propia

4.4. Ciclo de Vida Útil de un Autobús en Lumaca S.A

En esta sección se evidencia la vida útil técnica real de un autobús en Lumaca S.A, es de 7 años, para justificar así mismo la inversión en unidades nuevas que tiene la empresa actualmente, formando una base sólida de criterios que permiten aclarar la vida útil real, la cual se aleja de la vida útil financiera que tiene actualmente ARESEP de 15 años.

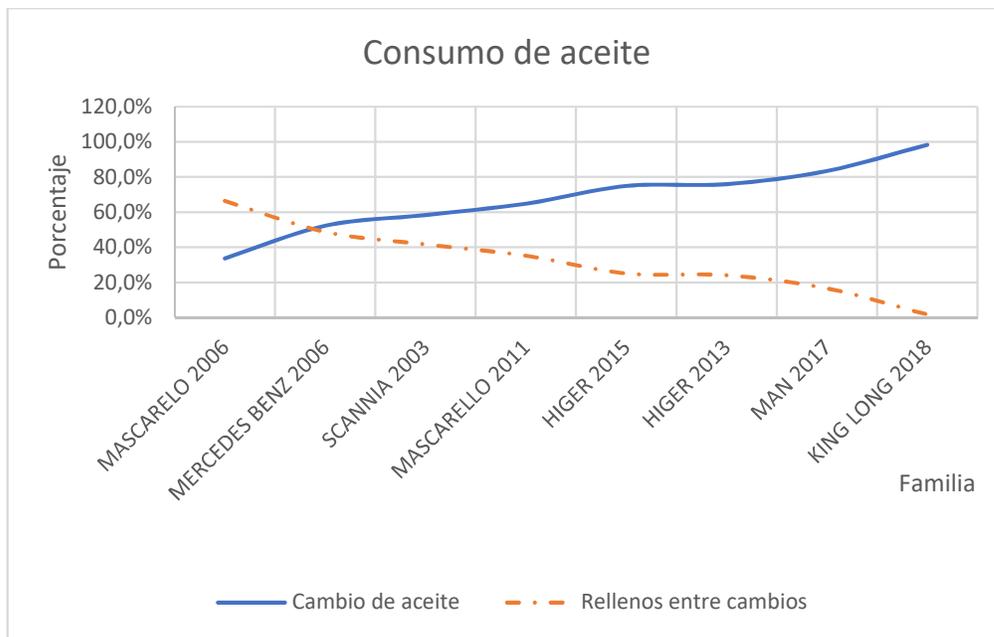
En primera instancia el sistema de frenado de las unidades que cumplieron ya su vida útil presenta un rendimiento de una cuarta parte comparado con los autobuses actuales además de reducir los tiempos de mantenimiento y ajuste hasta en un 70% para las unidades cuya vida útil se encuentra en vigencia, tal y como se muestra en la figura tiene un rendimiento muy por debajo las unidades con vida útil mayor, además las unidades actuales garantizan una mejor seguridad para los usuarios del servicio.



EXCEL 2016

Figura 12 Rendimiento de fibras de freno

Un punto muy importante por analizar es el consumo de aceite de motor para reajuste de las unidades, dado que cuando se cumple la vida útil el porcentaje de aceite que se utiliza para relleno es muy alto llegando a tal punto que por cada cambio se consume una cantidad igual en relleno, aumentando la contaminación, provocando reparaciones de alto costo en el motor de las unidades, aumentando las perdidas por largos periodos de tiempo con las unidades detenidas, mientras se realizan las reparaciones para bajar estos consumos excesivos de aceite, mientras que en las unidades con vida útil optima no se presentan estos problemas, descendiendo así la intervención y los tiempos de la unidad detenida, garantizando un servicio óptimo de la flotilla, tal y como se muestra la tendencia de rellenos entre cambios respecto a la sustitución del aceite en la figura siguiente.



EXCEL 2016

Figura 13 Relación de relleno versus cambio de aceite

Un punto a tomar en cuenta dentro de la vida útil es el consumo de Coolant, dado que al pasar su vida útil de 7 años el consumo de Coolant se ve incrementado en un 150% lo cual equivale a un mayor costo de mano de obra en reparaciones y reajuste de niveles lo que puede llevar a reparaciones mayores si la unidad se queda sin liquido refrigerante, en la siguiente grafica se muestra el consumo mensual promedio por familia de autobuses.

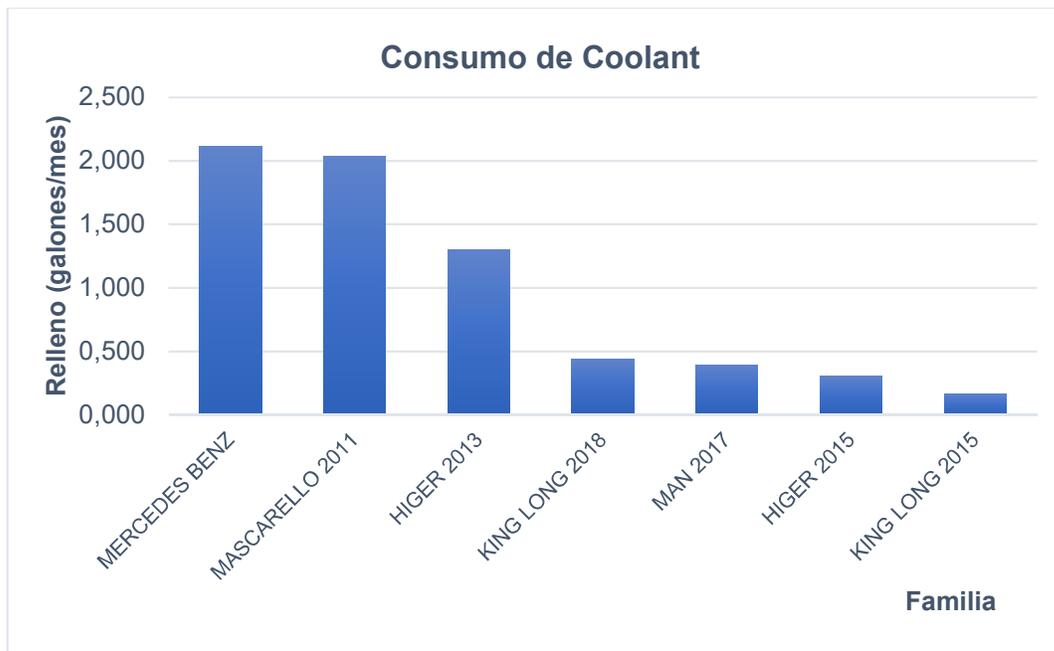


Figura 14 Consumo de coolant

EXCEL 2016

Un punto importante para la justificación de la vida útil es el criterio usado por ARESEP donde establece que los costos totales de operación y mantenimiento no deben sobrepasar el 10% del valor real de autobús, dado que si esto sucede se tiene que renovar la unidad.

Tabla 5 Depreciación al 10%, costos máximos.

Año	Valor Real (Promedio)	Costos Máximos de Operación y Mantenimiento	Costo aproximado en Lumaca S.A. (Sin contar el Diesel) para los años 2017 y 2018
0	₡ 100 000 000	₡ 10 000 000	4 800 000
1	₡ 90 000 000	₡ 9 000 000	4 800 000
2	₡ 81 000 000	₡ 8 100 000	4 800 000
3	₡ 72 900 000	₡ 7 290 000	4 800 000
4	₡ 65 610 000	₡ 6 561 000	4 800 000
5	₡ 59 049 000	₡ 5 904 900	4 800 000
6	₡ 53 144 100	₡ 5 314 410	4 800 000
7	₡ 47 829 690	₡ 4 782 969	4 800 000
8	₡ 43 046 721	₡ 4 304 672	
9	₡ 38 742 049	₡ 3 874 205	
10	₡ 34 867 844	₡ 3 486 784	
11	₡ 31 381 060	₡ 3 138 106	
12	₡ 28 242 954	₡ 2 824 295	
13	₡ 25 418 658	₡ 2 541 866	
14	₡ 22 876 792	₡ 2 287 679	
15	₡ 20 589 113	₡ 2 058 911	
	Valor de Rescate		

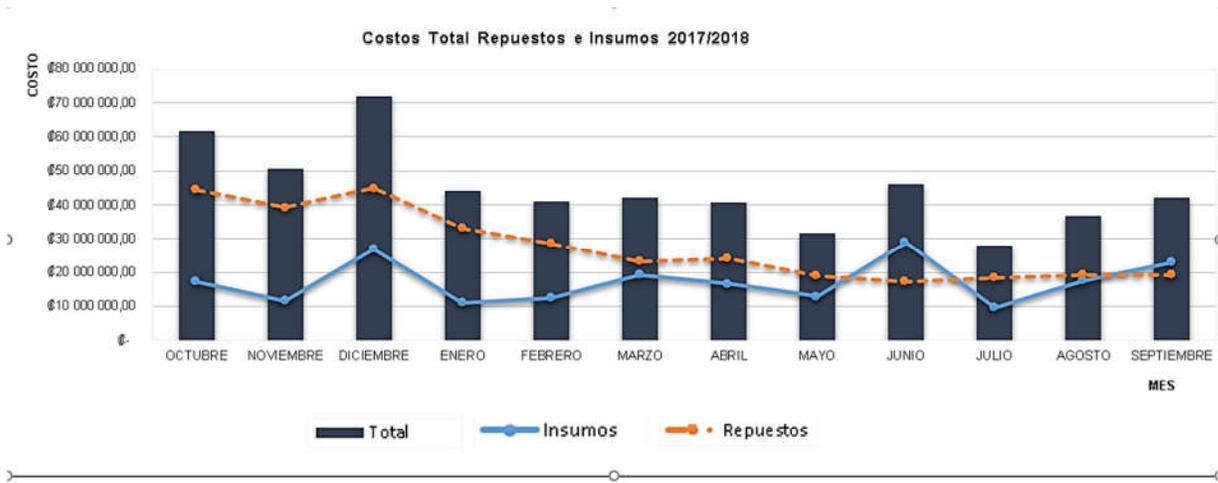


Figura 15 Tendencia de costos de insumos

EXCEL 2016

Los costos totales de repuestos a partir de la renovación de la flota se han visto afectado positivamente debido a la reducción a partir de mayo en la compra de repuestos, mes en el que ingresaron las 50 unidades nuevas, sin embargo, estas unidades presenta un costo extra debido al uso de Adblue (Urea) para reducir las emisiones, tal y como se muestra en la siguiente imagen la reducción de contaminantes al pasar a la norma Euro 5 es en promedio mayor a 100% comparado con motores Euro 2

4.5. Comparación de emisiones según cada norma.

En este subcapítulo se muestra el cambio en la flota de Lumaca debido a la modernización de la misma.

Tabla 6 Comparativa de estándares dentro de las normas Euro.

Estándar	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Óxido de nitrógeno (NOx)	-	-	500	250	180
Monóxido de carbono (CO)	2720	1000	640	500	500
Hidrocarburos (HC)	-	-	-	-	-
HC + NOx	970	900	560	300	230

Partículas (PM)	140	100	50	25	5
-----------------	-----	-----	----	----	---

Fuente: Norma Euro (Comunidad Europea)

Según el orden cronológico se muestra la reducción en la contaminación, tal y como muestra la tabla 7, además en la figura 16 se muestra la contaminación para cada familia de autobuses obteniendo una gran mejoría con una reducción total del 66% en la flota óptima.

Tabla 7 Reducción de emisiones

Departamento de mantenimiento, Reducción de contaminantes								
Año	2006	2007	2008	2010	2013	2015	2016	2018
Entrada	Inicia Lumaca	50 unidades nuevas O500, Euro III	10 unidades nuevas O500 Euro III	10 unidades Euro III	21 unidades Higer Euro III	25 unidades Euro III	15 unidades Euro V	50 unidades Euro V
Salida				10 unidades Euro 1	21 unidades Euro I	15 unidades Euro I y 8 unidades Euro II	13 unidades Euro III y 2 unidades Euro II	50 unidades Euro III
Óxido de nitrógeno (NOx)		25000	30000	35000	45500	58000	55250	35250
Monóxido de carbono (CO)		199760	178960	158160	114480	76240	73420	56820
Hidrocarburos (HC)								
HC + NOx		93260	89160	85060	76450	66760	62180	40780
Partículas (PM)		11620	10720	9820	7930	6000	5525	3525
Total General(kg/km)		304,64	278,84	253,04	198,86	149	141,125	101,125
Total por carrera (Kg)		129,085	118,153	107,220	84,263	63,136	59,799	42,850
Total por mes (Ton)		1936,271	1772,288	1608,305	1263,941	947,034	896,981	642,744
Para llevar un Usuario (kg)		2,151	1,969	1,787	1,404	1,052	0,997	0,714
Para el total de usuarios (Ton)		2065,356	1890,441	1715,525	1348,203	1010,169	956,780	685,593
Promedio por bus (kg/km)		2,582	2,363	2,144	1,685	1,263	1,196	0,857
Reducción de emisiones			8,5%	16,9%	34,7%	51,1%	53,7%	66,8%

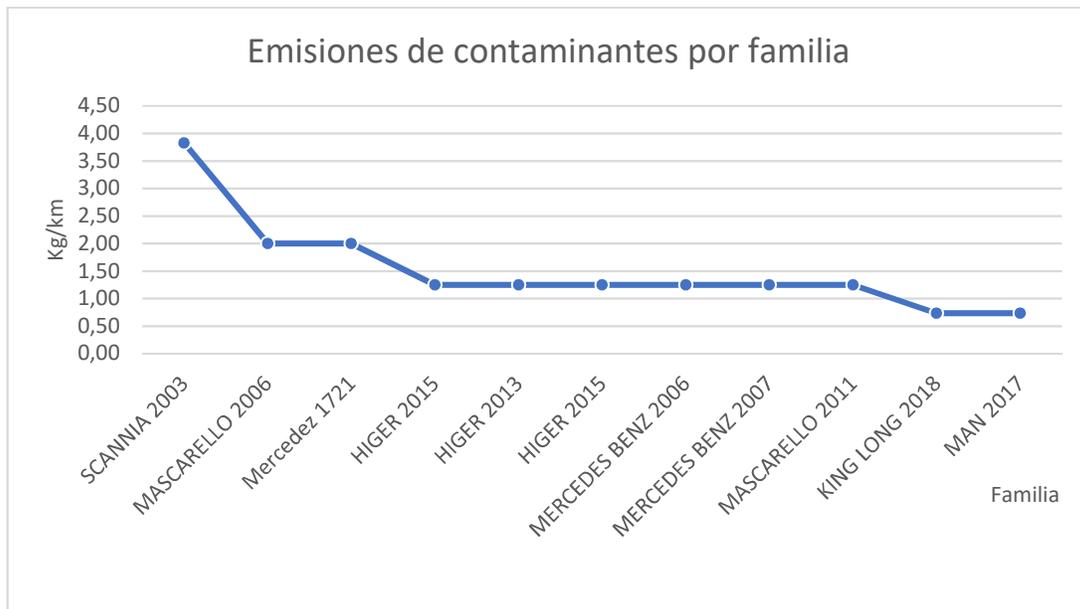


Figura 16. Nivel de contaminantes por familia

Excel 2016

CAPÍTULO 5

CUADRO DE MANDO INTEGRAL

Tabla 8. Cuadro de mando integral del departamento

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente de información	Formula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Meta		
									Alto	Medio	Bajo
Financiera	Justificar el ciclo de vida útil de las unidades que tienen mayor intervención de mantenimiento	Valor de la unidad	Indica la caída en el valor de un activo con el paso del tiempo, es decir, describe la edad del equipo	Ministerio de Hacienda	Valor de la unidad anterior*(1-depreciación)	colones	Anual	Jefe de mantenimiento			
		Costo de Mantenimiento	Este indicador permite considerar los costos totales de reparación por unidad	Informe de proveeduría	Suma de costos	Colones/Valor de la unidad	Mensual	Jefe de Mantenimiento	<3%	<3% y <5%	>10%
Clientes	Evidenciar la calidad del servicio brindado para los usuarios	Quejas relacionadas a mantenimiento	Provee información de la calidad del trabajo de mantenimiento	Registros de mantenimiento	Ordenes de trabajo con quejas de usuarios/Total de ordenes	Porcentaje	Mensual	Jefe de mantenimiento	<0,5%	<0,5% y >1%	>1%
	Alcanzar una disponibilidad de un 95% de las unidades de transporte.	Disponibilidad	Contabiliza la disponibilidad de las unidades en las horas pico	Departamento de operaciones	1- (Unidades taller/unidades totales)	Porcentaje	Mensual	Jefe de mantenimiento	>95%	>90% y <95%	<90%
Procesos Internos	Disminuir intervenciones por mantenimiento correctivo para reducir las horas extras	Porcentaje de horas extra	Pone la carga de trabajo para los departamentos de mantenimiento.	Recursos Humanos	horas extra / tiempo de presencia	Porcentaje	Quincenal	Jefe de mantenimiento	<3%	<3% y <5%	>10%

	laboradas por el personal										
	Controlar los tiempos de reacción del taller frente a las órdenes de trabajo	Tiempo medio para reparar (MTTR)	Promedio de duración por reparación	Routing Asistancia	tiempo total de averías / número de averías	Horas	Mensual	Jefe de mantenimiento	<2	<2 y <4	>4
Calcular el rendimiento de insumos de mantenimiento	Rendimiento de llantas	Cuantifica los rendimientos por marca de llantas	Registros de mantenimiento	Kilometraje entre cambios	Kilómetros	Anual	Jefe de mantenimiento	>70000 km	>60000 km y <70000 km	<60000 km	
	Rendimiento de baterías	Cuantifica cuanto están rendimiento de las baterías	Registros de mantenimiento	Meses entre cambios	Kilómetros	Anual	Jefe de mantenimiento	>15 meses	<14meses y <15meses	<14meses	
	Rendimiento de combustible	Calcula el rendimiento por kilómetro recorrido de combustible	Registros de compra	Kilometraje/gasto de combustible	Kilometro/litro	Mensual	Proveeduría	>2,3km/L	>2,15km/L y <2,3km/L	<2,15km/L	
	Consumo de Coolant	Evidencia el consumo de coolant	Proveeduría	Gasto total/mes	Galones/mes	Mensual	Jefe de Mantenimiento	<1gal/mes	>1gal/mes y <2gal/mes	>2gal/mes	
	Rellenos de aceite	Cuantifica la cantidad de aceite que se utiliza en relleno	Proveeduría	galones rellenos /galones totales	Porcentaje	Semestral		<10%	>10% y <15%	>15%	
Aprendizaje	Reducir los costos generados por tercerización con la contratación de nuevo personal y aumentando la polifuncionalidad del departamento por medio de capacitaciones	Formación al personal	Cuantificación de las horas de capacitación que recibe el personal	Registro sobre capacitaciones	Registro de horas dedicadas a la formación	Horas	Semestral	Jefe de mantenimiento	>20h	>10h y <20h	<10h

Conclusiones

- El Modelo Tarifario de Costos de Operación y Mantenimiento se encuentra validado con este caso, dado que coincide a cabalidad con los resultados obtenidos.
- La vida útil real de una unidad de transporte publico bajo estas condiciones operacionales es de 7 años, dado que a partir de este tiempo los costos de mantenimiento se vuelven exponenciales
- La norma Euro 5 presenta una reducción de hasta un 50% en las emisiones contaminantes.
- El porcentaje de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo de forma global es de 70%.
- La mejor forma de programación de mantenimiento es por recorrido real para garantizar el cumplimiento de la frecuencia de cambio establecida.

Bibliografía

- Gómez, L., Piedra, C. (2016). Contratación de servicios profesionales para la determinación y validación técnica de los coeficientes de consumo de insumos necesarios para determinar los costos de operación y mantenimiento de vehículos para el transporte remunerado de personas en la modalidad autobús. Tecnológico de Costa Rica, Cartago
- Murray, R., Larry J. (2009) Estadística. México DF, México. Mc Graw Hill
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., Ye, K. (2012) Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México. Pearson
- Riol, R (2012). Revisión crítica de datos sobre consumo de energía y emisiones de los medios públicos de transporte. Fundación de los Ferrocarriles Españoles
- García, S. (2009). MANTENIMIENTO CORRECTIVO Organización y gestión de la reparación de averías. Recuperado el 17 de mayo de 2018 de: <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- Fernandez, A. (s.f.) EL_BALANCED_SCORECARD_-_AYUDANDO_A_IMPLANTAR_LA ESTRATEGIA Recuperado el 17 de mayo de 2018 de: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38599279/EL_BALANCED_SCORECARD__AYUDANDO_A_IMPLANTAR_LA_ESTRATEGIA.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1526674560&Signature=Z2YAtPOpwb6pFXC1qzA2RZdFNo8%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DEL_BALANCED_SCORECARD_AYUDANDO_A_IMPLANT.pdf
- Norma Venezolana COVENIN 2500-93. Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria, Caracas, Venezuela, 1 de diciembre de 1993.
- Viveros P, Stegmaier R, Kristjanpoller F, Barberá L, Crespo A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Chile: Ingeniare. Revista chilena de ingeniería.

Anexos

Anexo 1. Ejemplo de resultado de muestra de aceite



Reporte de Analisis de Lubricante

North America: +1-877-808-3750

0	1	2	3	4
NORMAL	ANORMAL			

Severidad General del Reporte

Información de Cuenta	Información del Componente	Información de muestra
Número de cuenta: 777810-0001-0010 Nombre de Compañía: LUMACA Contacto: Dirección: CR Teléfono:	ID de Componente: C58 E Componente: ID Secundaria: Filtro de tipo de componente: DIESEL ENGINE Fabricante: MERCEDES BENZ Modelo: MBE 906 Aplicación: TRANSPORTATION Capacidad de sumidero: 7 galón	Número de Huella: S1827481474 Número de laboratorio: G-399744 Localización de Laboratorio: Guatemala City Analista de Datos: SAT Tomada: 20-ago-2018 Entregado: 01-oct-2018 Recibido: 02-oct-2018 Completado: 03-oct-2018
Información de filtro	Información Misceláneo	Información del Producto
Tipo de filtro: Informacion solicitada Indice de Micrón: 0	Misceláneo: M05	Fabricante del Producto: TOP 1 Nombre del Producto: TRANSPORT-C Grado de Viscosidad: SAE 15W40
Comentarios: Los datos marcados no requieren acción de mantenimiento en forma urgente. Se sugiere observar la tendencia de la condición del equipo y del lubricante. El contenido de hierro se encuentra a NIVEL MENOR; La fuente de HIERRO del lubricante en motores puede ser trazadores de líneas del cilindro, pistones de hierro, árboles de levas de acero endurecidos, cigüeñales, engranajes, brazos endurecidos del eje de balancín, puentes de la válvula, rodillos de acero aleados del seguidor de levas, et Los niveles de los ADITIVOS SEÑALADOS indican UNA MEZCLA LIVIANA DE LUBRICANTE; Por favor de proveer la UNIDAD DE HORAS/MILLAS/KILOMETROS para está muestra; Se reconoció el cambio de filtro y lubricante;		

Muestra #	Metales de Desgaste (ppm)										Metales Contaminantes				Fuente de Varios Metales (ppm)				Metales Aditivos (ppm)					
	Hierro	Cromo	Niquel	Aluminio	Cobre	Plomo	Estaño	Cadmio	Plata	Vanadio	Silice	Sodio	Potasio	Titanio	Molibdeno	Antimonio	Manganeso	Litio	Boro	Magnesio	Calcio	Bario	Fósforo	Zinc
NL	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	7	4	0	49	0	0	0	3	11	3584	0	1116	1242
2	25	1	0	5	1	0	0	0	0	15	4	0	0	49	0	0	0	1	29	2964	0	1197	1359	
3	18	0	0	2	1	1	0	0	0	5	6	0	0	50	0	0	0	2	14	3409	0	1404	1258	
4	33	0	1	4	2	0	0	0	0	9	5	2	0	61	0	0	0	4	14	3816	0	1159	1317	
5	15	1	0	2	27	0	0	0	0	4	2	1	0	44	0	0	0	4	10	3211	0	1025	1118	
6	35	0	0	3	1	0	0	0	0	6	6	1	0	53	0	0	0	5	20	3963	0	1195	1336	

Muestra #	Información de muestra							Contaminantes			Propiedades de líquido					
	Fecha de toma	Fecha de recibo	Tiempo de Aceite km.	Tiempo de unidad unk	Cambio de Aceite	Acelte Agregado galón	Cambio de Filtro	Dilución de Combustible % de Vol	Hollín % de Vol	Agua % de Vol	Viscosidad 40 °C cSt	Viscosidad 100 °C cSt	Número de Acido mg KOH/g	No. Básico D4739 mg KOH/g	Oxidación abs/cm	Nitración abs/0.1 mm
NL	14-jul-2017	20-jul-2017	1	0	No	0	No			<.1 - FTIR		14.8		10.3	8	5
2	25-ago-2015	21-dic-2015	22613	0	Sí	0	Sí	2.6 - GC	0.4 - E2412	<.1 - FTIR		13.1		6.50	8	6
3	03-mar-2017	22-mar-2017	22185	882000	Sí	0	Sí	2.9 - GC	0.9 - E2412	<.1 - FTIR		13.2		6.74	8	8
4	03-ago-2017	28-ago-2017	23200	0	Sí	2	Sí	<.1 - Estimado	1.4 - E2412	<.1 - FTIR		13.4		6.93	8	9
5	10-nov-2017	17-nov-2017	18991	0	Sí	2	Sí	<.1 - Estimado	0.8 - E2412	<.1 - FTIR		13.5		7.64	8	7
6	20-ago-2018	02-oct-2018	20450	0	Sí	3	Sí	<.1 - Estimado	0.7 - E2412	<.1 - FTIR		13.5		8.92	8	7

Figura 1715 Ejemplo de análisis de aceite

Anexo 2. Planes de Mantenimiento por familia

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
<p>Auto Transportes LUMACA S.A</p> <p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>Localidad La Lima</p>	
	
<p>Elaboró: Juan Pablo Arias Carlin</p> <p>Modificó: Danier Rodríguez Gamboa</p>	
<p>Este plan permite mantener la flota en circulación con una menor cantidad de desperfectos en carretera, dado que se lleva un control de kilometraje semanal para realizar la programación de los trabajos de mantenimiento.</p>	

Plan de Mantenimiento para familias de unidades, Mascarello, Mercedes Benz, King long 2018

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
<p>LUMACA S.A DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Mecánico: _____ Localidad La Lima Unidad: _____  Fecha: _____ M10 (10 000 km)</p>					
SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	REVISAR NIVEL DE ACEITE CAJA		10	10	1 Mecánico
Caja de Cambios	REVISAR ROTULA DE CABLE DE CAMBIOS		10	4	1 Mecánico
Carrocería	REVISAR Y LUBRICAR ESCOBILLAS		10	3	1 Mecánico
Dirección	REV. NIVEL DE ACEITE DIRECCION		10	5	1 Mecánico
Dirección	REV. ROTULAS EN GENERAL		10	3	1 Mecánico
Frenos	REVISAR ESTADO GENERAL DE FIBRAS		10	3	1 Mecánico
Llantas	REVISAR PRESION DE LLANTAS		10	5	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE MOTOR		10	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE ABANICO		10	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE COOLANT		10	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR FAJAS DE MOTOR		10	2	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR FILTRO CENTRIFUGO		10	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR BATERIAS		10	2	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR LUCES		10	3	1 Mecánico
Suspensión	ENGRASE GENERAL		10	30	1 Mecánico
Diferencial	REVISAR NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL		10	10	1 Mecánico
OBSERVACIONES GENERALES:					

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M20 (20 000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	REVISAR AJUSTE DEL CLUTH		20	5	1 Mecánico
Motor	TOMAR MUESTRAS DE ACEITE		20	10	1 Mecánico
Caja Cam.	REV. NIVEL DE ACEITE CAJA		20	10	1 Mecánico
Caja Cam.	REV. ROTULA DE CABLE DE CAMBIOS		20	4	1 Mecánico
Carrocería	REVISAR Y LUBRICAR ESCOBILLAS		20	3	1 Mecánico
Dirección	REV. NIVEL DE ACEITE DIRECCION		20	5	1 Mecánico
Dirección	REV. ROTULAS EN GENERAL		20	3	1 Mecánico
Frenos	REV. ESTADO GENERAL DE FIBRAS		20	3	1 Mecánico
Llantas	REV. PRESION DE LLANTAS		20	5	1 Mecánico
Motor	CAMBIAR ACEITE DE MOTOR		20	2	1 Mecánico
Motor	REV. NIVEL DE ACEITE DE ABANICO		20	2	1 Mecánico
Motor	REV. NIVEL DE COOLANT		20	2	1 Mecánico
Motor	REV. FAJAS DE MOTOR		20	2	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR FILTRO CENTRIFUGO		20	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REV. BATERIAS		20	2	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR LUCES		20	3	1 Mecánico
Suspensión	ENGRASE GENERAL		20	30	1 Mecánico
Diferencial	REV. NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL		20	10	1 Mecánico

OBSERVACIONES GENERALES:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M60 (60000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Diferencial	CAMBIAR ACEITE DIFERENCIAL		60	30	1 Mecánico
Tren Motriz	REVISAR CRUCES DE BARRA DE TRANSMISION		60	20	1 Mecánico
Caja de Cambios	AJUSTAR PALANCA DE CAMBIOS		60	20	1 Mecánico
Caja de Cambios	REVISAR SOPORTES DE CAJA		60	3	1 Mecánico
Frenos	REVISAR FUGAS DE AIRE		60	60	1 Mecánico
Motor	LUBRICAR CABLE DE ACELERADOR		60	20	1 Mecánico
Motor	REVISAR SOPORTES DE MOTOR		60	10	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUNCIONAMIENTO DE TURBO		60	20	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUNCIONAMIENTO DEL ABANICO		60	15	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR RADIADOR E INTERCOOLER		60	20	1 Mecánico
Motor	CAMBIAR FILTROS DE AIRE		60	10	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUGAS DE ACEITE		60	5	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	ROTAR BATERIAS		60	10	1 Mecánico

OBSERVACIONES GENERALES:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M120 (120 000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	CAMBIAR ACEITE DE CAJA		120	30	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR ARRANQUE Y APAGUE EN LLAVE		120	5	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR BATERIAS Y ROTARLAS		120	15	1 Eléctrico

OBSERVACIONES GENERALES:

Plan de Mantenimiento para familias de unidades, Higer 2013 y 2015

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
<p>LUMACA S.A DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Mecánico: _____ Localidad La Lima Unidad: _____  Fecha: _____ M12,5 (12,500 km)</p>					
SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	REVISAR NIVEL DE ACEITE CAJA		12,5	10	1 Mecánico
Caja de Cambios	REVISAR ROTULA DE CABLE DE CAMBIOS		12,5	4	1 Mecánico
Carrocería	REVISAR Y LUBRICAR ESCOBILLAS		12,5	3	1 Mecánico
Dirección	REV. NIVEL DE ACEITE DIRECCION		12,5	5	1 Mecánico
Dirección	REV. ROTULAS EN GENERAL		12,5	3	1 Mecánico
Frenos	REVISAR ESTADO GENERAL DE FIBRAS		12,5	3	1 Mecánico
Llantas	REVISAR PRESION DE LLANTAS		12,5	5	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE MOTOR		12,5	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE ABANICO		12,5	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE COOLANT		12,5	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR FAJAS DE MOTOR		12,5	2	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR FILTRO CENTRIFUGO		12,5	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR BATERIAS		12,5	2	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR LUCES		12,5	3	1 Mecánico
Suspensión	ENGRASE GENERAL		12,5	30	1 Mecánico
Diferencial	REVISAR NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL		12,5	10	1 Mecánico
OBSERVACIONES GENERALES:					

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M25 (25000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	REVISAR AJUSTE DEL CLUTH		25	5	1 Mecánico
Motor	TOMAR MUESTRAS DE ACEITE		25	10	1 Mecánico
Caja Cam.	REV. NIVEL DE ACEITE CAJA		25	10	1 Mecánico
Caja Cam.	REV. ROTULA DE CABLE DE CAMBIOS		25	4	1 Mecánico
Carrocería	REVISAR Y LUBRICAR ESCOBILLAS		25	3	1 Mecánico
Dirección	REV. NIVEL DE ACEITE DIRECCION		25	5	1 Mecánico
Dirección	REV. ROTULAS EN GENERAL		25	3	1 Mecánico
Frenos	REV. ESTADO GENERAL DE FIBRAS		25	3	1 Mecánico
Llantas	REV. PRESION DE LLANTAS		25	5	1 Mecánico
Motor	CAMBIAR ACEITE DE MOTOR		25	2	1 Mecánico
Motor	REV. NIVEL DE ACEITE DE ABANICO		25	2	1 Mecánico
Motor	REV. NIVEL DE COOLANT		25	2	1 Mecánico
Motor	REV. FAJAS DE MOTOR		25	2	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR FILTRO CENTRIFUGO		25	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REV. BATERIAS		25	2	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR LUCES		25	3	1 Mecánico
Suspensión	ENGRASE GENERAL		25	30	1 Mecánico
Diferencial	REV. NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL		25	10	1 Mecánico

OBSERVACIONES GENERALES:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M75 (75000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Diferencial	CAMBIAR ACEITE DIFERENCIAL		75	30	1 Mecánico
Tren Motriz	REVISAR CRUCES DE BARRA DE TRANSMISION		75	20	1 Mecánico
Caja de Cambios	AJUSTAR PALANCA DE CAMBIOS		75	20	1 Mecánico
Caja de Cambios	REVISAR SOPORTES DE CAJA		75	3	1 Mecánico
Frenos	REVISAR FUGAS DE AIRE		75	60	1 Mecánico
Motor	LUBRICAR CABLE DE ACELERADOR		75	20	1 Mecánico
Motor	REVISAR SOPORTES DE MOTOR		75	10	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUNCIONAMIENTO DE TURBO		75	20	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUNCIONAMIENTO DEL ABANICO		75	15	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR RADIADOR E INTERCOOLER		75	20	1 Mecánico

OBSERVACIONES GENERALES:

Plan de Mantenimiento para familias de unidades King Long Man

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
<p>LUMACA S.A DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Mecánico: _____ Localidad La Lima Unidad: _____  Fecha: _____ M12,5 (12,500 km)</p>					
SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	REVISAR NIVEL DE ACEITE CAJA		12,5	10	1 Mecánico
Caja de Cambios	REVISAR ROTULA DE CABLE DE CAMBIOS		12,5	4	1 Mecánico
Carrocería	REVISAR Y LUBRICAR ESCOBILLAS		12,5	3	1 Mecánico
Dirección	REV. NIVEL DE ACEITE DIRECCION		12,5	5	1 Mecánico
Dirección	REV. ROTULAS EN GENERAL		12,5	3	1 Mecánico
Frenos	REVISAR ESTADO GENERAL DE FIBRAS		12,5	3	1 Mecánico
Llantas	REVISAR PRESION DE LLANTAS		12,5	5	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE MOTOR		12,5	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE ABANICO		12,5	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR NIVEL DE COOLANT		12,5	2	1 Mecánico
Motor	REVISAR FAJAS DE MOTOR		12,5	2	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR FILTRO CENTRIFUGO		12,5	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR BATERIAS		12,5	2	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR LUCES		12,5	3	1 Mecánico
Suspensión	ENGRASE GENERAL		12,5	30	1 Mecánico
Diferencial	REVISAR NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL		12,5	10	1 Mecánico
OBSERVACIONES GENERALES:					

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M25 (25000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	REVISAR AJUSTE DEL CLUTH		25	5	1 Mecánico
Motor	TOMAR MUESTRAS DE ACEITE		25	10	1 Mecánico
Caja Cam.	REV. NIVEL DE ACEITE CAJA		25	10	1 Mecánico
Caja Cam.	REV. ROTULA DE CABLE DE CAMBIOS		25	4	1 Mecánico
Carrocería	REVISAR Y LUBRICAR ESCOBILLAS		25	3	1 Mecánico
Dirección	REV. NIVEL DE ACEITE DIRECCION		25	5	1 Mecánico
Dirección	REV. ROTULAS EN GENERAL		25	3	1 Mecánico
Frenos	REV. ESTADO GENERAL DE FIBRAS		25	3	1 Mecánico
Llantas	REV. PRESION DE LLANTAS		25	5	1 Mecánico
Motor	CAMBIAR ACEITE DE MOTOR		25	2	1 Mecánico
Motor	REV. NIVEL DE ACEITE DE ABANICO		25	2	1 Mecánico
Motor	REV. NIVEL DE COOLANT		25	2	1 Mecánico
Motor	REV. FAJAS DE MOTOR		25	2	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR FILTRO CENTRIFUGO		25	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REV. BATERIAS		25	2	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR LUCES		25	3	1 Mecánico
Suspensión	ENGRASE GENERAL		25	30	1 Mecánico
Diferencial	REV. NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL		25	10	1 Mecánico

OBSERVACIONES GENERALES:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

LUMACA S.A

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Mecánico: _____

Localidad La Lima

Unidad: _____

Fecha: _____

M120 (120 000 km)



SISTEMA	INSPECCIÓN A REALIZAR	Observaciones	FRECUENCIA (Km miles)	DURACIÓN (Minutos)	Personal
Caja de Cambios	CAMBIAR ACEITE DE CAJA		120	10	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR ARRANQUE Y APAGUE EN LLAVE		120	5	1 Mecánico
Sistema Eléctrico	REVISAR BATERIAS Y ROTARLAS		120	10	1 Mecánico
Diferencial	CAMBIAR ACEITE DIFERENCIAL		75	30	1 Mecánico
Tren Motriz	REVISAR CRUCES DE BARRA DE TRANSMISION		75	20	1 Mecánico
Caja de Cambios	AJUSTAR PALANCA DE CAMBIOS		75	20	1 Mecánico
Caja de Cambios	REVISAR SOPORTES DE CAJA		75	3	1 Mecánico
Frenos	REVISAR FUGAS DE AIRE		75	60	1 Mecánico
Motor	LUBRICAR CABLE DE ACELERADOR		75	20	1 Mecánico
Motor	REVISAR SOPORTES DE MOTOR		75	10	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUNCIONAMIENTO DE TURBO		75	20	1 Mecánico
Motor	REVISAR FUNCIONAMIENTO DEL ABANICO		75	15	1 Mecánico
Motor	LIMPIAR RADIADOR E INTERCOOLER		75	20	1 Mecánico

OBSERVACIONES GENERALES: