



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO MEDIANTE LA
HERRAMIENTA DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL G.P.S.**

Josué Samuel García Prera

Asesorado por el Msc. Ing. José Luis Duque Franco

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO MEDIANTE LA
HERRAMIENTA DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL G.P.S.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSUÉ SAMUEL GARCÍA PRERA

ASESORADO POR EL MSC. ING. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Inga. Martha Guisela Gaitán Garavito
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL G.P.S.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 28 de febrero de 2019.



Josué Samuel García Prera

Ref. EEPFI-625-2019

Guatemala, 09 de septiembre de 2019

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

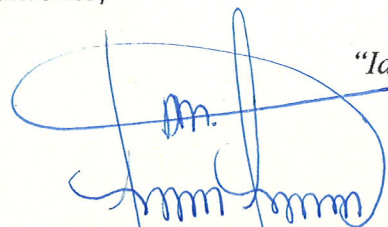
Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el **Diseño de Investigación** del estudiante **Josué Samuel García Prera** carné número **200818836**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría en Artes en Gestión Industrial**.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, se firma y sella la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,


Atentamente,



Mtro. José Luis Duque Franco
Asesor

Ing. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO; M.S.
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5459

"Id y Enseñad a Todos"

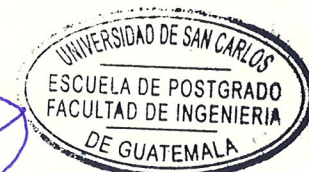


Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





REF.DIR.EMI.183.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL G.P.S.**, presentado por el estudiante universitario **Josué Samuel García Prera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2019.

/mgp



DTG. 516.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL G.P.S.**, presentado por el estudiante universitario: **Josué Samuel García Prera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, noviembre de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
- Mis padres** Mario García Santos (q. d. e. p.) y María Agueda Prera. Por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
- Mis hermanos** Ángel Mario, July Selina y Estephania Abigail García Prera, por su apoyo y compañía durante mi vida.
- Familia y amigos** Por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, la que me brindó la oportunidad de llegar a ser un profesional.

Facultad de Ingeniería

Por ser la que me brindó los conocimientos adquiridos en mi carrera.

Mi asesor de tesis

José Luis Duque, por ser parte de este triunfo al llevar a cabo sus consejos profesionales.

Mi coordinador

Alba Guerrero, por su asesoría y apoyo profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	5
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1 Descripción del problema	11
3.2 Delimitación del problema	13
3.3 Formulación del problema	13
3.3.1 Pregunta central	13
3.3.2 Preguntas auxiliares de investigación.....	13
3.4 Viabilidad de la investigación.....	14
3.5 Consecuencias de realizar la investigación	14
4 JUSTIFICACIÓN	17
5 OBJETIVOS	19
5.1 Objetivo general	19

5.2	Objetivos específicos	19
6	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	21
7	MARCO TEÓRICO	23
7.1	Transporte pesado	23
7.1.1	Industria de transporte pesado en Guatemala	24
7.1.2	Historial de accidentes de transporte pesado.....	25
7.1.3	Reglamentación de límites de velocidad	27
7.2	Matenimiento.....	29
7.2.1	Tipos de mantenimiento	30
7.2.1.1	Mantenimiento preventivo	30
7.2.1.2	Mantenimiento correctivo	32
7.2.1.3	Mantenimiento predictivo.....	32
7.3	Herramienta GPS.....	34
7.3.1	Sistema de gestión.....	36
7.3.2	Beneficios del GPS	37
8	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	39
9	METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	41
9.1	Diseño	41
9.2	Tipo de estudio.....	41
9.3	Enfoque.....	41
9.4	Alcance	42
9.5	Variables e indicadores	42
9.5.1	Variables dependientes	43
9.6	Fases de la investigación.....	43
10	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	45

11	CRONOGRAMA.....	49
12	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	51
13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
14	APÉNDICES.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Cantidad de transporte pesado involucrado en accidente	26
2. Accidente en ruta interamericana 2018	28
3. Funcionamiento del sistema GPS.....	34
4. Cronograma... ..	49

TABLAS

I. Fórmulas para media, mediana, moda y desviación estándar en una muestra menor a 30 datos	45
II. Presupuesto de la investigación	52

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Km	Kilometraje
RPM	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

Ajustes	Poner alguna cosa de modo que venga justa o encaje con otra.
Avería	Daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.
Corrosión	Se define como deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.
Desgaste	Deterioro progresivo de una materia como consecuencia del uso o del roce.
DOT	Departamento de transporte (para Estados Unidos).
Deterioro	Disminución o pérdida de la calidad o la importancia de una cosa.
Falla	Defecto material de una cosa que merma su resistencia.
Freno	Mecanismo que sirve en las máquinas y carruajes para moderar o detener el movimiento.
ISO	Organización Internacional de Estandarización

Lubricación	Acción y efecto de lubricar.
Mantenimiento	Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.
Motor	Máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía.
OEM	Fabricante de equipo original.
Radiador	Aparato metálico con gran desarrollo superficial, por cuyo interior circula un fluido caliente que transmite calor al medio circundante.
Reparación	Acción y efecto de reparar cosas materiales mal hechas o estropeadas.
SAE	Sociedad de Ingenieros Americanos.
Vida útil	Es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado. Normalmente se calcula en tiempo de duración.

RESUMEN

Hoy en día el mantenimiento tiende a realizarse cuando los equipos lo necesiten, convirtiéndose en un mantenimiento correctivo, ocasionando tiempo perdido, mayor gasto en reparaciones y menor vida útil en los equipos. Esto a su vez puede ocurrir en cualquier momento, lo cual no garantiza una buena operación, lo cual puede ocasionar una mala imagen ante los clientes. Es por ello que los programas de mantenimiento han cambiado de perspectiva logrando romper el paradigma de que es un gasto e inicia a valorarse como una inversión que otorgará ventajas competitivas en el mercado, ya que entre mejor sea la gestión de mantenimiento, se tendrá una mejor imagen, los equipos están en óptimas condiciones y la operación no tendrá inconvenientes logrando atraer más clientes.

Derivado de lo mencionado con anterioridad, el presente trabajo busca beneficiar a una empresa de transporte pesado, estableciendo un sistema de gestión de mantenimiento para llevar a cabo un control estadístico de las fallas, así como para realizar el estudio de un mantenimiento programado que prolongue la vida útil de las unidades, evitando averías en el camino, que puedan ocasionar que la operación se interrumpa y accidentes en la vía pública.

El trabajo inicia delimitando el trabajo a realizar, esto para comprender la necesidad que la empresa tiene y así se deduce que se debe establecer un sistema de gestión de mantenimiento dentro de la misma. Continúa con el marco teórico que respalda toda la implementación del sistema, finalizando con los recursos (tiempo, alcance y costo) necesarios para llevar a cabo el trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación trata sobre el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa de transporte pesado basado en la herramienta de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que garantiza el monitoreo y seguimiento para llevar a cabo un control de mantenimiento programado, evitando reparaciones en ruta, y mantenimiento correctivo, que causa atrasos, insatisfacción del cliente y pérdidas económicas.

La empresa de transporte pesado tiene problema con el control de mantenimiento para sus unidades, dado que se hace de forma empírica, es decir: no programada, sin estadísticas ni manuales de operación. Solucionar este problema es de suma importancia, puesto que el plan de mantenimiento con el que opera actualmente no es el adecuado, pues genera costos en la organización, que impactan directamente en la rentabilidad. Además de generar insatisfacción con los clientes si en algún momento una unidad sufre averías en el camino.

Con el diseño del sistema de gestión de mantenimiento se espera un control eficiente en la programación de mantenimientos, reduciendo el índice de unidades paradas sin poder operar, para incrementar la satisfacción de los pilotos, pues no es lo mismo tener a su cargo una unidad en óptimas condiciones, que una unidad con el miedo de que falle en cualquier momento, causando en el caso más extremo un accidente. Los beneficiados serán los clientes, para que tengan la confianza de que su servicio sea de calidad, en el tiempo planeado y sin ningún retraso. Y el aporte será para la empresa que

ahora cuenta con una herramienta para poder llevar un control correcto de mantenimiento de sus unidades.

El esquema que se planteó para la realización de la investigación es el siguiente: primero se inició con la revisión documental, para tener una base teórica en el modelo de gestión; el segundo lugar lo ocupó etapa de observación y recopilación de datos, para formar una base estadística; en tercer lugar se estructuró el modelo de gestión, acomodando los planes de mantenimiento en distintos formatos para una correcta programación; después se definen los indicadores, para poder evaluar los nuevos procesos, y por último se hace la revisión y evaluación final para la mejora continua del modelo de gestión. Este trabajo de investigación es factible dado que se cuenta con todos los recursos necesarios para realizar el estudio (humano, tecnológico, equipo e infraestructura), apoyado por la empresa en cualquier momento, dando como resultado final el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento.

Este trabajo de investigación se divide en tres capítulos:

El primer capítulo tratará acerca del marco teórico, donde se cimienta esta investigación escrita y se investigó el modelo de gestión y el transporte pesado en Guatemala, así como el mantenimiento, sus tipos, beneficios y modelos. También la herramienta del GPS, de la cual se explica su uso, cómo se utiliza y los beneficios que generará.

En el segundo capítulo se hará la presentación de resultados, que abarca elaborar un diagnóstico de situación actual, para posteriormente conocer y estructurar los procesos involucrados en la investigación, realizar los formatos para la recopilación estadística de los procesos involucrados y realizar

procedimientos de mantenimiento, quedando plasmados en papel todos los pasos a seguir, de mantenimiento de tipo correctivo y preventivo.

El tercer capítulo tratará de la discusión de resultados, se analizarán los futuros resultados del diseño de gestión de mantenimiento, quedando evidenciados todos los beneficios que obtendría la organización al implantar en un futuro este diseño de plan de mantenimiento.

2. ANTECEDENTES

Referente a un sistema de gestión de mantenimiento industrial, Rivera (2011) investigó la gestión de mantenimiento como una herramienta para extender la utilidad de los equipos, es decir tener un plan de gestión de mantenimiento rígido y programado. Los equipos que adquieren las empresas tienen en su mayoría de un alto costo y son vitales para la operación, cuando se adquiere un equipo regularmente se encuentra en óptimas condiciones, por lo que se deja el mantenimiento en segundo plano, realizando un mantenimiento correctivo solamente si el equipo ya no funciona. Este tipo de mantenimiento se convierte en costos para la organización, para no incurrir en ellos las organizaciones deben incluir en sus presupuestos un plan de mantenimiento para prolongar la vida de los equipos y asegurar su óptimo funcionamiento, concluyendo que: “la programación de mantenimiento sirve para alargar la vida de los equipos. Con una correcta gestión del equipo de trabajo”. (p.11).

Con esta investigación se sabe que la importancia de tener una gestión de mantenimiento es que da el beneficio de tener por más tiempo los equipos de trabajo, y que se puede no incurrir en gastos de mantenimiento correctivo.

Así mismo, es suma importancia ejecutar un plan de mantenimiento como lo indica Padilla (2012): la flota vehicular del gobierno autónomo de Ecuador tenía serios problemas con su mantenimiento, a tal grado de afectar toda la operación, y esto a su vez a los usuarios del día a día, logrando un descontento total en la población ecuatoriana, por lo que se fue disminuyendo la cantidad de usuarios que utilizaban el servicio público de transporte en dicha ciudad. Para evitar esto el gobierno se vio obligado a mejorar la flotilla del

transporte público, como la renovación de la flotilla es costosa y tiene un tiempo largo para realizarla, se decidió escuchar otras propuestas, siendo una de ellas rescatar el transporte público con una correcta gestión de mantenimiento y haciendo entender que el mantenimiento no es gasto y que entre más se invierta tendrá mejor fiabilidad la organización. Y concluye: “la disponibilidad y fiabilidad constituyen dos índices básicos para medir la eficacia del mantenimiento; pero, para que el mantenimiento pueda calificarse de eficiente, es preciso además que los costos involucrados sean lo más reducidos posibles” (p. 8).

Se puede concluir que al momento de diseñar un plan de gestión de mantenimiento se debe hacer conciencia y presentar la propuesta con todos los costos implícitos que repercuten en no realizar la gestión, para que las organizaciones le den la importancia que se debe.

Por otra parte, García (2015) menciona la importancia del mantenimiento en la industria para aumento de la calidad: la gestión de mantenimiento es de mucha importancia dado que la producción en las organizaciones depende de los procesos y estos a su vez van de la mano de los equipos y máquinas, por lo que se ha ido impulsando el mantenimiento preventivo y programado para evitar fallas que causen algún paro o alguna consecuencia negativa en la producción que afecte a la organización, con el fin de garantizar la funcionalidad de los equipos, máquinas y cualquier aparato que necesite ajustes, calibraciones o cambios de lubricantes, entre otros. A pesar de la importancia que tiene el mantenimiento en las organizaciones, muchas de ellas ven el mantenimiento como un gasto, por lo que lo dejan en segundo plano, es decir para mantenimiento correctivo, el inconveniente con este tipo de mantenimiento es que no se puede garantizar la operatividad ni confiabilidad en las corridas de producción de las organizaciones. A su vez el mantenimiento cuenta escaza

literatura que lo asocie con un proyecto general, es decir junto al mapa proceso. El mantenimiento no figurará en algún objetivo de la organización, pero se puede detallar a un nivel micro, especificando que si se lleva un mantenimiento de calidad se ampliará la vida útil de los equipos y se reducirán los costos de operación. Esto se puede resumir en la investigación como “la calidad en el mantenimiento es sinónimo de confiabilidad en la operación” (p. 20).

Esto quiere decir que, a mayor calidad en los procesos de mantenimiento, con repuestos de alta calidad, mantenimientos programados con los mejores aditivos y la calidad en los procesos, las fallas se reducirán.

Reino (2015), en su investigación, logra identificar la importancia de la gestión de negocios para una empresa de transporte pesado. Investiga la importancia de la gestión de negocios, como estrategia de diferenciación en este mercado tan competitivo de transporte pesado, estudiando a profundidad la atención al cliente. Determina que el contacto personal es de suma importancia para mantener los clientes en la organización, conocer que es lo que los clientes quieren y necesitan, y brindar un servicio que va más allá del traslado de un producto de un lugar a otro. Los pilotos son más que personas que conducen una unidad, muchas veces son las únicas personas que se ven de la organización que presta el servicio, pues los vendedores tienen contacto con los clientes solo por teléfono, por lo que al pertenecer a una cadena de suministros, es necesario tener una atención con el cliente de la mejor manera. Se concluye que una gestión adecuada de mantenimiento es un arma poderosa de negocios. Con esta investigación se recalca que el mantenimiento además de brindar más vida a los equipos también garantiza una operación interrumpida, por lo da una ventaja competitiva ante las demás organizaciones directas.

Para finalizar, Wong (2007) demuestra en su investigación los beneficios del manejo técnico económico de conducción y manejo defensivo: para implementar un programa técnico-económico de conducción es necesario un diagnóstico de la empresa, el cual ayudará a detectar las deficiencias o la falta de conocimiento de cómo actuar por problemas en las carreteras o con el vehículo. Dentro del programa de capacitación se deben tomar en cuenta los distintos enfoques del programa, tanto la parte afectiva o personal, como la parte técnica o de conocimiento y la parte de seguridad personal, para así mantener buenas condiciones ambientales y reducir la fatiga, enfermedades ocupacionales o accidentes. Uno de los pilares del programa de capacitación se enfoca directamente en reducir los actos inseguros y accidentes a través de la orientación, ejemplificación y técnicas de prevención que por su desconocimiento pueden causarse, con esto se garantiza que el recurso más importante para la empresa, la mano de obra, puede cumplir con el objetivo de viajes sin accidentes y la carga sin desperfecto. Concluye: “un manejo defensivo es una estrategia y herramienta para mejorar la calidad en el mantenimiento” (s/p). Además de lo mencionado, más que una estrategia para competir en el mercado, el manejo a la defensiva debe ser una cultura que se propague para reducir incidentes en la red vial del país. Esto a su vez ayuda a toda la población del país, ante alguna eventualidad o situación de riesgo.

Los aportes de las presentes investigaciones serán de utilidad en la investigación que se realizará, mediante las investigaciones previas se puede analizar cómo el mantenimiento puede alargar la vida de los equipos, evitando costos innecesarios en reparación y disminuyendo las depreciaciones de los mismos. También se puede conocer que mediante el mantenimiento de una flotilla pudo el gobierno de Lima mejorar las unidades y con esto mejorar la calidad de vida de la ciudadanía, esto porque se evitan averías, tránsito y accidentes en la red vial pública. Si se tiene un plan de mantenimiento y este

se lleva a cabo con rigor se puede tener la confianza que las operaciones podrán ser ejecutadas de la mejor manera. Así mismo se sabe que hoy en día las empresas de transporte utilizan las gestiones de mantenimiento como estrategia de diferenciación respecto a su competencia en el mercado, teniendo indicadores bajos de fallas y porcentajes altos de operatividad, lo cual genera una buena imagen a los clientes.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La programación de mantenimiento correctivo y preventivo es deficiente, lo que causa gastos monetarios, atrasos en la operación y riesgos

3.1 Descripción del problema

La industria automotriz global es una de las industrias con más crecimiento, cada día hacen más automóviles, motocicletas, camiones etc., por lo que el mantenimiento es de suma importancia para mantener los vehículos en óptimas condiciones. Guatemala no es la excepción de este crecimiento, donde además de ofrecer productos nuevos también existe la posibilidad de importar vehículos, motocicletas y camiones de otros países, en especial de Estados Unidos, donde comúnmente son llamados como rodados.

Esto hace que el parque vehicular siga creciendo, a raíz del aumento de la población, además de que crece el parque vehicular también crece el número de incidentes en las carreteras. Según reportes de PMT actualmente hay 30 colisiones diarias, aparte para época de fin de año suben a 50 colisiones diarias, según Prensa Libre en su reportaje titulado *Preocupa aumento de muertes por accidentes de tránsito*, en el año 2017 hubo 1546 muertes causadas por accidentes de tránsito a escala nacional y 7398 personas que sufrieron heridas. Según COVIAL, en el año de 2017 hubo 56 percances viales que involucran al transporte pesado.

Como respuesta a esa situación el gobierno del país ha reforzado retenes policiales, donde se verifican los estados de las unidades de transporte pesado

y papeles de los pilotos. Como ciudadanos responsables, se tiene la obligación de que los vehículos estén en óptimas condiciones para contrarrestar esta problemática nacional, además de los problemas de tránsito que esto acarrea si un vehículo sufre algún desperfecto mecánico.

Es por eso que el mantenimiento es necesario para cualquier vehículo automotriz, y máximo para el transporte pesado, en que si sufre algún desperfecto mecánico puede ocasionar aparatosos incidentes, por lo cual la empresa de transporte pesado, consciente de esto, y de los costos que tiene una mala planeación de mantenimiento, decide apoyar esta investigación. El problema es el control de mantenimiento para sus unidades, dado que se hace de forma empírica, es decir: no programada, sin estadísticas ni manuales de operación.

La empresa de transporte pesado opera en el sector de transporte, dentro del territorio guatemalteco, además del problema ya descrito genera retrasos en la operación del transporte, insatisfacciones de los clientes, inconformidad con los pilotos y sobrecargos en el mantenimiento correctivo y preventivo de dichas unidades.

Las causas del problema descrito con anterioridad son: la empresa trabaja por costumbre, por lo que no utiliza manuales ni un sistema propio para el control de mantenimiento de sus unidades. El sistema con el que trabaja actualmente es ineficiente y el personal no cuenta con la experiencia necesaria para realizar una gestión de mantenimiento.

Las consecuencias del problema son: los tipos de mantenimiento actualmente son correctivos, careciendo de un control estadístico que respalde los gastos económicos que se han tenido a lo largo de los años en que ha operado; también está la insatisfacción del cliente, atrasos, unidades descompuestas en la vía, robos, pérdida de vida de los pilotos y deficiencias económicas. Al no realizar mantenimientos programados, los componentes de las unidades sufren un desgaste mayor y se le resta vida útil a las unidades, con el deterioro de piezas, accidentes y tránsito en la red vial, si alguna unidad sufre alguna avería que se pudo evitar por un mantenimiento programado.

3.2 Delimitación del problema

El trabajo de investigación se realizará en la administración general de una mediana empresa de transporte pesado, con sede en zona 6 de Mixco, Guatemala. El periodo de ejecución de la investigación será desde el mes de junio de 2018 hasta abril de 2019.

3.3 Formulación del problema

3.3.1 Pregunta central

¿Cuál es el diseño del sistema de gestión de mantenimiento idóneo para realizar el mantenimiento a las unidades de una empresa de transporte pesado con base en la herramienta GPS?

3.3.2 Preguntas auxiliares de investigación

- ¿Cuál es la situación de la organización donde se llevará a cabo la investigación?

- ¿Cuáles son los factores críticos en mantenimiento que se debe implementar para las medidas de mejora para elevar la eficiencia de la gestión de mantenimiento?
- ¿Cuáles son las ventajas en un modelo de gestión de mantenimiento para una empresa de transporte pesado?

3.4 Viabilidad de la investigación

La empresa de transporte pesado autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación, proporcionando los recursos físicos y humanos, así como la documentación necesaria para realizar el estudio. El financiamiento de los gastos y costos en los que se incurra para realizar la investigación serán aportados por el investigador.

3.5 Consecuencias de realizar la investigación

De realizarse:

- Se podrá reducir los días de mantenimiento correctivo, que son días en los que las unidades no producen nada.
- Se obtendrán ahorros monetarios en todos los tipos de mantenimiento con que cuenta la empresa.
- Se podrá llevar a cabo un registro para una ejecución correcta de los planes de mantenimiento.
- Satisfacción con el cliente, pues la operación no tendrá interrupciones.

De no realizarse:

- Se seguirán manifestando reprocesos por mantenimientos correctivos.
- No se tendrá una estadística que muestre las pérdidas en mantenimiento que tiene la empresa.
- Aumentarán los contratiempos y retrasos con repercusión económica por autorizaciones tardías o proceso no definidos.
- Aumentará la desconfianza hacia el personal operativo (pilotos), pues no se tendrá el control de rendimiento de combustible y neumáticos, lo que genera un mal clima organizacional.

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es un sistema de gestión, que tiene su base en el círculo de calidad de Deming: planear, hacer, verificar y actuar, ya que la empresa de transporte pesado tiene la necesidad de minimizar el mantenimiento correctivo con un método de control de mantenimiento preventivo y predictivo que abarque programación, procedimientos y métodos de trabajo, y que, al final del ejercicio, se logre una mejora continua. Solucionar este problema es de suma importancia, puesto que el plan de mantenimiento con el que opera actualmente no es el adecuado, pues genera costos en la organización que impactan directamente en la rentabilidad, además de generar insatisfacción con los clientes si en algún momento una unidad sufre averías en el camino.

En este trabajo se desarrollará un sistema de gestión de mantenimiento donde se realizarán distintos formatos y bitácoras destinadas a la recopilación de estadística, y se analizarán estos datos para llevar un control riguroso y programado de un sistema de gestión de mantenimiento, que abarca la programación mediante la herramienta de GPS, creando los objetivos e indicadores necesarios para controlar los procesos previamente planteados, diseñando una guía necesaria para la revisión, antes, durante y posterior a la operación. Posteriormente se evaluarán y medirán los nuevos procesos para tomar decisiones en la mejora continua. La motivación de la empresa para realizar la investigación es que ahora cuenta con una herramienta para llevar un control correcto de mantenimiento de sus unidades.

Los resultados de este estudio de investigación beneficiarán al cliente interno, incrementando la satisfacción de los pilotos, pues no es lo mismo tener a su cargo una unidad en óptimas condiciones, que una unidad con el miedo de que falle en cualquier momento, causando en el caso más extremo un accidente. También es útil para que los clientes tengan la confianza de que su servicio sea de calidad, en el tiempo planeado y sin ningún retraso.

Las operaciones de la empresa se encuentran en toda la República de Guatemala, pasando por todo tipo de carreteras, de asfalto, concreto y terracería, hoy por hoy estas carreteras no están en las mejores condiciones, el parque vehicular que hay en Guatemala es más de dos millones, y en los últimos años han existido un sinnúmero de accidentes de transporte pesado que han ocurrido por falta de mantenimiento preventivo. Es por eso que con esta investigación se tendrán beneficiarios: todo el que transite por la red vial de Guatemala, las casas aledañas a las carreteras y toda la población guatemalteca que camina por las vías, ya que con un sistema de gestión de mantenimiento se puede lograr disminuir reparaciones en ruta que afectan al tránsito y pueden ocasionar accidentes.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa de transporte pesado mediante la herramienta de sistema de posicionamiento global (GPS).

5.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de situación para conocer los procesos de mantenimiento llevados a cabo en la empresa de transporte pesado.
- Determinar los factores críticos de mantenimiento que se deben implementar para las medidas de mejora para elevar la eficiencia de la gestión de mantenimiento.
- Evaluar los beneficios del plan de trabajo a utilizar en un modelo de gestión de mantenimiento de una empresa de transporte pesado.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Con la realización de la investigación se pretende cubrir y diseñar un sistema de gestión de mantenimiento de una empresa de transporte pesado en Guatemala, para controlar la programación, procedimientos y métodos de trabajo. Dado que el plan de mantenimiento de la empresa no es el adecuado, pues genera gastos innecesarios que afectan toda la operación de la organización.

Para el desarrollo de esta investigación se usarán diferentes métodos y técnicas:

- Etapa 1: diagnóstico de la empresa

Inicialmente se realizará un diagnóstico de cómo se encuentra la empresa, mediante las técnicas de grupo de discusión con los clientes internos y jefes involucrados, posteriormente se hará un diagnóstico de causa y efecto para encontrar los problemas u oportunidades de mejora de los procesos involucrados en la gestión de mantenimiento. Duración: 3 semanas.

- Etapa 2: análisis de factores críticos

Realizar formatos para determinar una estadística de kilómetros recorridos, para realizar programaciones de mantenimiento predictivo y bitácoras de mantenimientos correctivos para determinar causas y subcausas. Posteriormente se hará la revisión de los procedimientos oficializados para el desarrollo de los mantenimientos y la falta de los mismos para dar una

explicación a los atrasos a los mantenimientos correctivos. Al momento de tener una base de datos se podrá evidenciar cuáles son las fallas más recurrentes y comunes, con lo cual se podrá tomar decisiones de los factores críticos. Duración: 6 semanas.

- Etapa 3: evaluar los beneficios que tiene un plan de trabajo para aplicarlo en un plan de mantenimiento

Diseñar procedimientos específicos y objetivos que permitan el ágil desarrollo de programas de mantenimiento, así como diseñar indicadores de desempeño que permitan visualizar, dar seguimiento y tomar decisiones a futuro. Además se prevé la ayuda de un dispositivo electrónico que se conecta al camión y se monitorea mediante un software para evaluar el rendimiento y recorrido, para luego compararlo con los datos estadísticos compilados. Esto dará un panorama para evaluar los beneficios de introducir los nuevos procedimientos e indicadores conjuntamente con la herramienta de trabajo para ejecutar el plan de mantenimiento. Duración: 8 semanas.

7. MARCO TEÓRICO

La teoría acerca del tema de investigación es importante para entender todas las áreas relacionadas a este tema. El marco teórico está enfocado en: transporte pesado, mantenimiento y el sistema de posicionamiento global GPS.

7.1 Transporte pesado

La revista Transporte y Pesados (2017) define al transporte pesado como: “un transporte pesado es un servicio de transporte que utiliza camiones para el movimiento de cargas de gran tamaño”. (p. 10)

Estas cargas pueden ser a granel, envasado de productos, agua potable, traslado de bienes, traslado de animales, etc. Para el territorio guatemalteco se considera al transporte pesado, a los camiones de un eje, camiones de doble eje, cabezales, con distintos complementos, para tareas específicas, así como para camiones (furgones, plataformas, carrocerías de madera, pipas, palanganas) y en el caso de los cabezales que arrastran una diversidad de equipos, como contenedores, plataformas, góndolas, remolcadoras y jaulas para caña). El transporte pesado es de gran soporte para el desarrollo del país, pues aparece en todas las industrias. Es por eso que es un buen caso de estudio.

Rodriguez (2017) define el servicio de transporte como la función de trasladar mercaderías de forma aérea, marítima o terrestre a un punto acordado en una fecha y tiempo establecidos. Este servicio pertenece a la cadena

distribución y logística de las organizaciones, independientemente si el transporte pertenece o no a la organización.

El servicio de transporte de cargas forma parte de la cadena de suministros en la etapa de distribución y logística. La función del transportista es la de traslado de los productos a los diferentes puntos de destino, en el transcurso del viaje puede pasar por peajes, embarques, bodegas de almacenaje y destino finales. Este servicio, conocido como costo de distribución y logística, también es importante en la macroeconomía del país, en el sentido de la competitividad que existe entre las empresas, obligando a mejorar el servicio de entrega y el servicio en todo el transcurso del viaje, evitando accidentes y con movilidad en el tránsito, sin afectar al resto del parque automotriz.

7.1.1 Industria de transporte pesado en Guatemala

La Gremial de Pilotos de Transportes de Carga por Carretera y Similares (2018) enseña que al servicio de transporte en Guatemala se le denomina viaje o flete, y está catalogado por la dimensión del automotor, desde motos, *pick ups*, camiones de un eje, camiones de doble eje, hasta cabezales con plataformas de dos o tres ejes. Siendo los camiones los que tienen mayor porcentaje de participación en el transporte pesado en el país, trasladando mercaderías y productos desde puerto a puerto, o lugares específicos de almacenaje por todo el país hacia bodegas o clientes finales.

El transporte pesado utiliza toda la red vial del país, transportando todo tipo de productos, cemento, contenedores, productos agrícolas y productos envasados. La mayor afluencia de camiones tipo cabezales abarca desde el puerto Izabal hacia puerto Quetzal, y la demanda interna, satisfecha por los

camiones de un eje y doble eje, transportando los productos antes mencionados.

En los últimos tiempos el transporte pesado ha sufrido múltiples accidentes por la forma de conducir, con los actos inseguros que pueden ocasionar lo pilotos y la falta de mantenimiento de las unidades que circulan por toda la red vial. Es por eso la importancia de capacitar a los pilotos con planes de manejo a la defensiva y mantener en óptimas condiciones las unidades.

7.1.2 Historial de accidentes de transporte pesado

En 2018, según el informe brindado por Instituto Nacional de Estadística (INE), hasta el 23 de abril ocurrieron 2 mil 168 accidentes a nivel nacional, que dejaron 496 muertos y 2 mil 744 heridos. Este año en la misma fecha se han registrado 2 mil 121 accidentes, los cuales provocaron la muerte de 609 personas y dejaron 2 mil 712 lesionados.

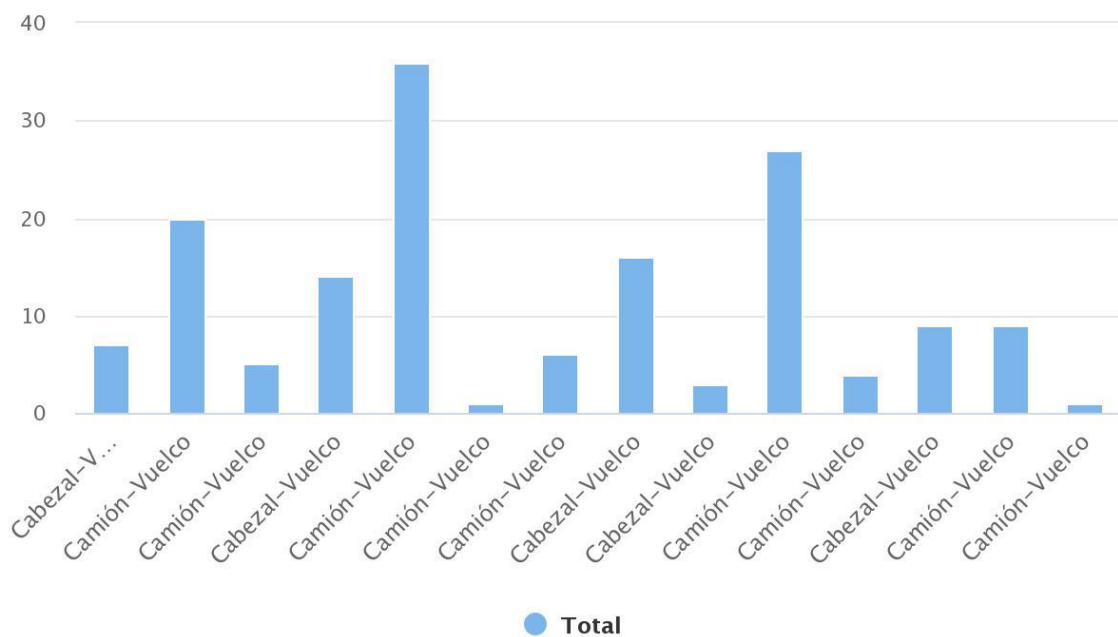
Las cifras develan que este año han ocurrido 113 muertes más que en 2018, a pesar de que este año hay 47 casos menos de accidentes, mientras que la cantidad de heridos este año también ha disminuido.

En el Departamento de Tránsito de la PNC se reiteró que los accidentes son causados por todo tipo de vehículos en general: buses del transporte extraurbano, transporte de carga y automóviles livianos, a pesar de las constantes campañas de prevención. Una de las rutas más peligrosas es la Interamericana, en donde la Dirección General de Protección Vial (Provincial), ha reiterado que los conductores no respetan las velocidades establecidas en ciertos tramos, a pesar de que hay curvas en pendientes pronunciadas o en zonas urbanas.

Las autoridades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) instaron a la prevención al conducir, pues aseguraron que también se ha incrementado la atención a víctimas de accidentes en motocicleta.

Figura 1. **Cantidad de transporte pesado involucrado en accidente**

(2014,2015,2016,2017)



Highcharts.com

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala. (2019). *Cantidad de vehículos involucrados en accidentes de tránsito en la República de Guatemala, por tipo de accidente, según tipo de vehículo y sexo*. Recuperado de: https://www.ine.gob.gt/estadisticasine/index.php/Accidentes_transito_e/accidentes_fall_les

En el IGSS se informó que este año tres mil 500 personas reciben rehabilitación por haber sufrido accidentes de tránsito. Los directivos aseveraron que el Seguro Social invierte más de Q100 mil por la rehabilitación de cada paciente víctima de percances viales y que el tiempo estimado de recuperación es de dos años.

El director de Proviaal indicó que una de las causas de accidentes de tránsito en las carreteras del interior es el uso del teléfono mientras se conduce. El director del Departamento de Tránsito, Ramiro García Chaman, ha indicado que otra causa de percances es la gran cantidad de túmulos que hay en donde no son necesarios, ya que ponen en riesgo la vida de los conductores.

Son varios los factores, hacen falta más controles en carretera, urge la aplicación de la ley sobre limitadores de velocidad que obligan al transporte pesado y colectivo a conducir a 80 kilómetros por hora, falta señalización, no conducir en estado de ebriedad y por supuesto hay que actualizar el reglamento para imponer multas más drásticas. La aplicación de tecnología como radares en carreteras es impostergable. Según datos de la Organización Panamericana de la Salud, en Guatemala las lesiones por accidentes de transporte terrestre provocan la muerte de uno de cada 10 jóvenes entre los 15 y 19 años.

7.1.3 Reglamentación de límites de velocidad

El transporte de carga requiere una nueva ley para que además de límites de velocidad se obligue a las empresas a respetar aspectos como la salud de los pilotos y la cantidad de peso que transportan, y a las entidades estatales a supervisar, asegura Rodrigo Montufar, consultor en materia de transporte de carga del Sistema de Integración Económica Centroamericana.

Los expertos afirman que entre el 2000 y el 2002 se propuso al país ser parte de la legislación centroamericana de transporte de carga, pero de esto solo se obtuvo el Reglamento de Pesos y Dimensiones para Vehículos Automotores y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo 379-2010.

Entre los aspectos técnicos que debe contemplar una ley para la circulación del

transporte pesado están el límite de peso y velocidad, pues de este depende la inercia, asegura Montúfar, quien explica que si se sobrepasa alguna, aunque los frenos estén en buenas condiciones no será posible detener el vehículo.

En 2016, el Congreso de la República aprobó el Decreto 45-2016, Ley para el Fortalecimiento de la Seguridad Vial, la cual busca que los vehículos automotores que se dediquen al transporte colectivo de pasajeros y de carga implementen un sistema limitador de velocidad. Para ello los propietarios y representantes legales de empresas de transportes deberán modificar la bomba de inyección, para que estos no excedan su límite de velocidad de 80 kilómetros.

La normativa tendría vigencia si la Procuraduría General de la Nación (PGN) hubiera firmado el decreto. La ley establece que el ente rector para el cumplimiento de la misma es el Ministerio de Comunicaciones, por conducto de la Dirección General de Transportes (DGT) y la Dirección General de Protección y Seguridad Vial (Provincial), que supervisarán y sancionarán a quienes no cumplan.

Figura 2. **Accidente en ruta interamericana 2018**



Fuente: Prensa libre (2019). *Muerte por accidentes de tránsito van en aumento en comparación a 2018*. Recuperado de: <https://www.prensalibre.com/ciudades/guatemala-ciudades/muertes-por-accidentes-de-transito-van-en-aumento-en-comparacion-con-2018>

De acuerdo con las estadísticas de la Dirección, de enero a la fecha se han suscitado 218 accidentes viales en toda la república, pero de estos, 76 fueron ocasionados por transporte pesado y seis hechos en la Ruta Interamericana, jurisdicción de Mixco. La nueva reglamentación tiene las siguientes regulaciones:

- El transporte de carga no podrá circular a más de 80 km/h.
- Los autobuses no podrán circular a más de 80 km/h, controlado a partir de modificaciones de bomba de inyección.
- Los autobuses estarán sujetos a revisiones cada seis meses mediante la autoridad competente (PNC, Provia y PMT).
- Los pilotos que conduzcan bajo efectos de alcohol serán suspendidos de unos a dos años.
- La sanción es de dos a cuatro años y multas de Q 10,000.00 a Q 25,000.00 para los pilotos de transporte colectivo que infrinjan la ley.

7.2 Mantenimiento

El mantenimiento es la reacción al desgaste natural que sufren los equipos, maquinaria, aparatos o automóviles, la finalidad del mantenimiento es tener las cosas de una manera óptima, para que la operación se lleve sin interrupciones. Hay que tener claro que el mantenimiento de cualquier equipo debe ser monitoreado por su uso y por horas de vida, quiere decir que si un equipo no se usa también sufre desgastes, oxidación, en pocas palabras al no usarlo también se puede averiar.

El tiempo de vida de un producto se mide por las horas utilizadas, o distancias recorridas para el caso de la industria automotriz, donde no existe lo retroactivo, es decir que no se puede compensar el tiempo que se pasa de más.

Ejemplo: si a un automóvil le toca su servicio menor a los 3000km, y se hace a los 3500km, no importa si se utiliza un mejor aceite o de mejor calidad, no se puede recuperar esos 500km nunca.

Según la norma AFNOR NF X 60 010 el mantenimiento es un “conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado” (s/p).

7.2.1 Tipos de mantenimiento

Existen varios tipos de mantenimiento que se pueden clasificar según el equipo en que se empleen, para el caso de la industria de transporte en Guatemala se tiene el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

7.2.1.1 Mantenimiento preventivo

Según Ariyna (2018) el mantenimiento preventivo ha ido evolucionando en uno de los más utilizados actualmente, este mantenimiento consiste en verificar y rectificar las piezas de una maquina después de un periodo específico de operación, en el caso del mantenimiento preventivo en automotores, el periodo específico se realiza por kilometraje, de tal forma se debe llevar un control de cuántos kilómetros recorren las máquinas, para planificar las áreas donde se realizará el mantenimiento, como por ejemplo: motor, embrague, frenos, suspensión, transmisión, etc. Esto está sujeto a una inspección, de tal manera que si existe alguna avería, se repara, calibra, ajusta o reemplaza la pieza para evitar problemas en el futuro, el objetivo de este tipo de mantenimiento es que la máquina no falle en el camino, anticipando a cualquier problema que pueda surgir en el futuro.

Es el tipo de mantenimiento ideal, este mantenimiento también abarca los mantenimientos predictivos, que se dan con base en la experiencia que tiene la empresa y los manuales de operación del fabricante, donde sino se hace se pierde la garantía, en este tipo de acciones se predice que las piezas sufren desgastes mucho antes de que empiecen a dar los primeros avisos. Mantenimiento cero horas es el tipo de mantenimiento que se realiza a un automotor o cualquier máquina para dejarla funcionando como nuevo, por ejemplo en los motores es común realizar un *overhaull*, que consiste en reemplazar todas la piezas internas del motor, llevar el bloque o culata a un torno, para dejarlo sin ninguna impureza, para que el motor quede en óptimas condiciones. Lamentablemente por cultura en el país este servicio mayor se realiza cuando el motor ya no funciona no como el manual de operación indica, en cambio si se hiciera de forma programada, se evitaría gastar en repuestos innecesarios y aumentaría el tiempo de vida del equipo.

El mantenimiento en uso se realiza para que la operación no pare, se da regularmente en estaciones de trabajo donde no puede parar la operación, como por ejemplo una caldera, para esto se necesita una serie de aparatos que diagnostiquen, mediante rayos x, rayos infrarrojos o gráficas térmicas, que muestran dónde puede ocurrir una falla que interrumpa la operación. Todos esos tipos de mantenimiento conforman el mantenimiento preventivo, su función es la de anticiparse a las fallas, se puede realizar programando por experiencia y con herramientas que detecten posibles fallas. Lo mejor es realizarlo periódicamente, con una programación monitoreada por las horas de uso o distancias recorridas.

7.2.1.2 Mantenimiento correctivo

Ávila (2018) se refiere al mantenimiento correctivo como: “conjunto de acciones para reparar una maquina después del fallo o avería, considerándose un mantenimiento no planificado” (p.57). Este tipo de mantenimiento se da por cultura, se ha enseñado que las cosas hay que repararlas hasta que ya no funcionen, para ahorrar dinero y tiempo, pero es todo lo contrario, cuando ocurre una avería o desperfecto mecánico debe corregirse de inmediato para seguir operando, si no se pierde tiempo, dinero, recursos, clientes, prestigio, etc. Las averías no avisan, y cuando sucede esto, si no se cuenta con un plan de acción, la operación se puede atrasar indefinidamente, los repuestos resultan más caros y más difíciles de encontrar, teniendo muchas veces que importarlos, y se pierde todavía más tiempo. En la rama automotriz el mantenimiento correctivo es riesgoso, puesto que si sucede en ruta se corren varios riesgos como: causa de accidentes, si se queda en un lugar solitario, en vuelta, algún lugar concurrido o sin la señalización correspondiente, lo cual produce tránsito, ocasionando la inmovilidad en el parque vehicular, donde las autoridades pertinentes pueden multar por obstaculizar. Hay también peligros de robos, por quedar solos en la ruta, entre otros.

7.2.1.3 Mantenimiento predictivo

Granel (2018) menciona que:

El mantenimiento predictivo es aquel que convierte al propietario en observador, es decir, saber reconocer por los propios medios y sentidos si ha de realizarse alguna reparación antes de que el componente llegue a fallar. La mayor parte del mantenimiento puede ser realizada por el mismo propietario si este dispone de los medios y herramientas

adecuadas. Será capaz de realizar comprobaciones tales como la revisión de la presión de los neumáticos (que debe realizarse mensualmente), observar el nivel del líquido de frenos, o verificar si el sistema de alumbrado del vehículo funciona correctamente, siendo este último muy importante ya que sirve tanto para ver a los demás conductores como para ser visto por ellos. (p. 80)

Sin embargo, hay apartados del mantenimiento que requieren el uso de mano de obra especializada, por lo que puede ser necesario acudir a un taller especializado, y no se debe escatimar a la hora de escogerlo ni optar por materiales de inferior calidad para abaratar el precio de la reparación. Hay que recordar que un buen mantenimiento puede salvar no solo la vida del vehículo, sino también la de su propio conductor, así como la de otros conductores que circulen por la carretera, y eso no tiene precio.

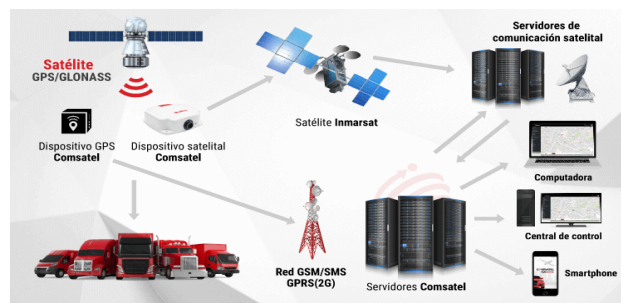
Se debe destacar aquí que utilizar ciertas piezas procedentes de desguace para llevar a cabo las reparaciones del vehículo puede ser tan beneficioso como perjudicial, por ello es necesario contar con la garantía de compra, además de exigir que la pieza esté previamente revisada y comprobada por un profesional. Las piezas relacionadas con los sistemas de seguridad, tanto activa como pasiva del vehículo, se aconseja que sean siempre nuevas. Este tipo de mantenimiento se adelanta a los hechos, y va más allá de un mantenimiento programado, en este tipo de mantenimiento se utilizan aparatos como cámaras infrarrojas que detectan fallas, sin poder quitar las piezas, además de utilizar aparatos auditivos como estetoscopios para escuchar algún ruido diferente y reemplazar las piezas antes que se deterioren.

7.3 Herramienta GPS

La Organización de Aviación Civil e Internacional (2009) señala que el GPS (*Global Positioning System*) es un sistema global de navegación por satélite que permite la ubicación de un objeto, animal o persona en todo el mundo, con una incerteza que va desde centímetros o metros, dependiendo del aparato o sistema. El GPS funciona triangulando la posición del emisor en la ubicación y tiempo real, mandando la señal a un receptor que se encuentra en un satélite, y con la ubicación a la palma de la mano. Esta tecnología fue inventada y desarrollada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norte América.

La herramienta de GPS empezó para poder rastrear a los soldados del ejército de los Estados Unidos, para monitorear en qué zona de guerra se encontraban, posteriormente aplicaron la tecnología para navegar por terrenos desconocidos mediante un aparato físico, con una pantalla que mostraba en tiempo real la ubicación y el mapa. No tardaron otras empresas en unirse a esta tecnología y aplicarla a otras ramas de la industria, como los teléfonos celulares, aseguradoras y empresas que prestan los servicios para el transporte.

Figura 3. **Funcionamiento del sistema GPS**



Fuente: Revista Fuso (2017). *Sistema de rastreo GPS para flota de camiones*. Recuperado de: <https://www.fuso.com.pe/blog/sistema-rastreo-gps-para-camiones/>

Fuso (2017), una de las empresas encargadas de prestar sus servicios de GPS explica a profundidad la herramienta. El sistema de posicionamiento global es un sistema que permite monitorear y observar de manera remota con algún dispositivo con accesos a Internet (celular, computadora o tableta), la ubicación exacta en tiempo real con un margen de incerteza menor al 5%, a través de satélites. Con esta tecnología las empresas pueden monitorear a cualquier hora la ubicación real, en el transcurso de algún viaje desde cualquier lugar con acceso a Internet. Esta herramienta puede mejorar la administración de la flota pues la plataforma que utiliza el sistema permite corroborar las distancias recorridas por la unidad, tiempo de paradas, tiempo de entrega, el rendimiento de combustible, velocidad de conducción, y tiene todos los aspectos necesarios para llevar un control óptimo durante los viajes.

El sistema GPS funciona de la siguiente manera: como todo sistema de comunicación necesita un emisor, el cual se encuentra en el objeto que deseamos monitorear, regularmente en los camiones se ubica en algún lugar oculto y desconocido tanto para el piloto como para el dueño para evitar alguna anomalía, además de instalar un botón de pánico en algún lugar estipulado, que al accionarlo emita una alerta directa a la plataforma, el receptor es un satélite que recibe la información constante, cabe mencionar que depende del servicio la eficiencia, el mensaje que en este caso es la ubicación en tiempo real, que el usuario la puede visualizar ingresando a la aplicación o página propia de la empresa que preste el servicio, o por medio de llamada telefónica, comunicarse a una operadora y que esta diga en qué lugar se encuentra. Al momento de ingresar a la plataforma podemos conocer todos los detalles durante un recorrido, fallas mecánicas, límites de velocidad, tiempos ociosos, etc. (Fuso, 2017, s/p)

7.3.1 Sistema de gestión

El sistema de gestión está basado en el círculo de mejora continua de Deming, que busca establecer una serie de fases para llevar a cabo un plan detallado que proporcione una guía, también usada para certificaciones ISO, donde la calidad es de suma importancia para poder operar o competir en el mercado. En este caso se aplica a una mediana empresa, que ha sido operada, como se le llama en Guatemala, por costumbre. A la administración, pese a poseer experiencia, le hace falta metodologías, manuales de respaldo para una operación de calidad.

Según Pastrana (2013), un sistema de gestión es el enfoque de las actividades que tiene una empresa para administrar de manera unida e integrada todas las variables que son de interés común en las diferentes áreas de una organización, logrando una interconexión en las áreas y alineando los intereses a los objetivos macros de la empresa, logrando también una política integrada.

Según Pastrana (2013) la calidad de un bien o servicio no se decreta, se debe crear y producir con el paso del tiempo (experiencia). Pero hoy en día no se puede dar el lujo de esperar tanto tiempo para tener una buena calidad, por lo que es necesario tener una guía para la creación de un sistema de calidad, que garantiza el control de los procesos y empuja a la calidad. Una de estas formas para ayudar a lograr los objetivos de calidad son las normas ISO 9000 e ISO 9001, que dicen lo que se debe hacer y cómo hacerlo, que es la verdadera tarea de quien documenta, diseña e implementa un sistema basado en el círculo de calidad.

Los sistemas de gestión, además de ser una guía y un enfoque, se han convertido en una estrategia, como lo menciona Camison (2006). Las organizaciones cada vez invierten más en el desarrollo de los sistemas de gestión para garantizar el éxito competitivo, satisfacción en los consumidores, ventajas empresariales en manejo y detalle de costos, alta respuesta ante la variabilidad de los productos, procesos y sistemas. Un sistema de gestión de calidad logra ser un factor determinante ante la competencia en la supervivencia que las organizaciones se encuentran en esta era moderna.

7.3.2 Beneficios del GPS

La compañía Townsend System (2018), con base de operación en Guatemala, informa de los múltiples beneficios de tener la herramienta de GPS en una flota de transporte pesado:

- Monitoreo y control durante el viaje, con esto es posible garantizar la visualización en tiempo real con los mapas que se encuentran en la plataforma.
- Comunicación mediante un servicio de voz, se instala en la unidad un receptor de audio para comunicarse con el piloto en lugares donde hay señal de telefonía.
- Audio que puede fungir como pruebas ante alguna eventualidad como robo o incidente, sin que se entere el piloto.
- Tiempos innecesarios, con el GPS se puede monitorear las paradas que tengan los pilotos en las rutas, durando más de lo establecido, esto con el fin de garantizar la hora de entrega de la mercadería, así como justificar algún retraso.

- Control para el cliente, notificando constantemente por dónde va la mercadería, pues se sabe que en algunos lugares la mercadería necesita más control, aduanas, puertos, etc.
- Con el sistema GPS se puede planificar las rutas más cortas en los viajes, y rutas alternas si hubiera alguna eventualidad, como accidentes, y bloqueos.
- Control de kilometraje para un adecuado mantenimiento preventivo.
- Monitoreo de distancias para el consumo de combustible.
- Control de la velocidad a la que se conduce la unidad.

La herramienta GPS tiene muchos beneficios como se puede observar, además de ofrecer los datos para montar una estadística que posteriormente se puede utilizar para calcular los indicadores necesarios que muestran la eficiencia de la organización como: consumo de combustible, historial de límites de velocidad, días sin averías y días en mantenimiento correctivo.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	
LISTA DE SÍMBOLOS.....	
GLOSARIO.....	
RESUMEN.....	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS	
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO.....	
INTRODUCCIÓN.....	
1. MARCO TEÓRICO.....	
1.1. Transporte pesado	
1.1.1 Industria de transporte pesado en Guatemala	
1.1.2 Historial de accidentes de transporte pesado	
1.1.3. Reglamentación de límites de velocidad	
1.2. Mantenimiento	
1.2.1. Tipos de mantenimiento	
1.2.1.1 Mantenimiento preventivo	
1.2.1.2 Mantenimiento correctivo	
1.2.1.2 Mantenimiento predictivo	
1.3. Herramienta GPS	
1.4.2. Sistema de gestión	
1.4.1. Beneficios de GPS	
2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

En la presente sección se presenta la metodología de la investigación, se describe el diseño, tipo de estudio, alcances, variables e indicadores, fases y resultados esperados.

9.1 Diseño

El diseño de la investigación es no experimental, porque no se utilizarán ensayos de laboratorio que puedan determinar información a ser utilizada en el proyecto.

9.2 Tipo de estudio

Descriptivo, dado que la metodología que se llevará a cabo será con base en observaciones, no se manipulará ni afectará al proceso, esto permitirá conocer y evaluar el mecanismo actual en la gestión de mantenimiento.

También es transversal porque el estudio de investigación está delimitado en el tiempo, existe una fecha de inicio y una fecha de fin.

9.3 Enfoque

Cuantitativo porque se utiliza la medición de métricas e indicadores para el control del proceso y medición del comportamiento de la gestión de proyectos.

Cualitativo porque utiliza la revisión documental al investigarse antecedentes del problema.

9.4 Alcance

Con la investigación se pretende obtener información para determinar las causas que producen un mantenimiento correctivo o bien que afectan en la operación de transporte, mediante el análisis de estadística y datos históricos. Así mismo, como parte de la investigación se realizará una entrevista a todos los pilotos, esto a fin de determinar aspectos importantes que no se puedan detectar en medios técnicos y de análisis cuantitativo, y poder estandarizar una manera de llevar a cabo los mantenimientos de rutina que deben ser programados. De igual modo se procederá con el estudio de los antecedentes de los proyectos, con los cuales se tendrá una reseña histórica sobre las problemáticas en los distintos años y con esto se filtrarán los problemas con más frecuencia, por último, mediante el análisis de las problemáticas se podrán colocar las gestiones indicadas que solucionen o mitiguen los problemas, con esto se tendrá la información suficiente para conocer las posibles causas y también cómo darles una solución.

9.5 Variables e indicadores

En el presente trabajo de investigación se utilizarán las siguientes variables dependientes e independientes:

9.5.1 Variables dependientes

- Historial de repuestos: consiste en crear una lista de datos históricos de los repuestos de cada unidad, con la finalidad de que la próxima vez sea más fácil la manera de buscar.
- Rotación de insumos: consiste en mantener en inventario, de forma inmediata, los insumos necesarios para que la operación no pare (neumáticos, aceite de motor, aceite de transmisión, cantidad de grasa).
- Costo de mantenimiento predictivo: es un valor que indica lo que se ha invertido en la unidad en mantenimiento predictivo (programado).

9.6 Fases de la investigación

El proceso para cumplir con los objetivos de la presente investigación es el siguiente:

- Fase 1: responde a la revisión documental y literaria para ampliar los conocimientos de métodos de gestión de mantenimiento y gestión de transporte pesado.
- Fase 2: se procederá a realizar la etapa de diagnóstico, para ver cómo están llevando a cabo los procesos de mantenimiento y empezar a tener estadísticas de mantenimiento y refacciones utilizadas, la observación se cimienta con base estadística, con una muestra total de 6 unidades:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{6 * 2.58 * 2.58 * 0.01 * 0.99}{(0.02 * 0.02 * (6 - 1)) + (2.58 * 2.58 * 0.01 * 0.99)} = 5.82$$

Al encontrar un $n = 5.82$, se decide optar por utilizar la muestra completa que es de 6 unidades

- Fase 3: estructurar un modelo de programas de mantenimiento para minimizar los tiempos de espera. Programa de mantenimiento predictivo y con procedimientos estándar para reparaciones urgentes (mantenimiento preventivo) y control de inventarios de insumos en bodegas.
- Fase 4: se procederá a definir y calcular los indicadores necesarios para medir el programa de gestión de mantenimiento y evaluar de manera monetaria los ahorros obtenidos.
- Fase 5: por último, se evalúa el modelo, con una realimentación de todos los procesos y se toman las decisiones para mejorar el proceso.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Con el fin de tener base matemática en la investigación se presenta las siguientes técnicas de análisis de la información del estudio:

- **Observación:** consiste en observar atentamente una actividad que se desarrolla, tomar nota y registrarla con el fin de obtener la información necesaria para su posterior análisis.
- **Estadística descriptiva:** a continuación se describen las fórmulas a utilizar:

Tabla I. **Fórmulas para media, mediana, moda y desviación estándar en una muestra menor a 30 datos**

Tipo de indicador	Fórmula	¿Qué mide?
Media aritmética	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	Media aritmética
Mediana	$M_e = \frac{N + 1}{2}$	Mediana
Moda	Mo. el dato más frecuente	Moda
Desviación estándar	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	Desviación estándar

Fuente: elaboración propia.

- Entrevistas: conversación profesional que recopila información a base de preguntas estructuradas a una persona específica, con el fin de captar los datos importantes que contribuyan a la investigación.
- Registros: consulta y recopilación de datos históricos sobre distintos aspectos a investigar o que puedan contribuir al logro de los objetivos planteados.

Para la observación de datos se cuenta con diversas herramientas de ingeniería como:

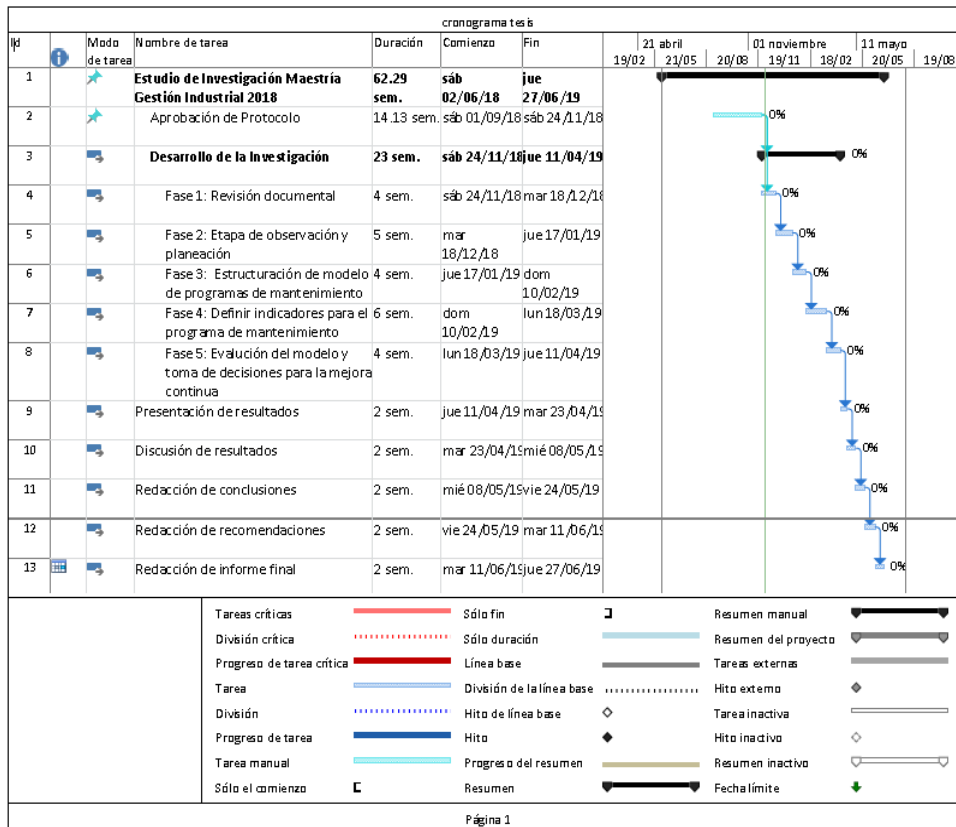
- Diagrama de causa y efecto: para ver cuáles son los problemas centrales se toma como referencia la tabla de prioridades, con esto se realizará un doble filtro para encontrar los problemas medulares y poder atacarlos con mayor eficacia.
- Investigación documental: obtención de información teórica para ser utilizada como fuente de consulta y aplicación para el desarrollo de la investigación. Se consultan temas relacionados con determinación de competencias, planificaciones, evaluaciones de entrenamientos, tesis, estudios publicados, entre otros.
- Antecedentes: se estudiarán los registros de problemas en las distintas fases de los proyectos y se filtrarán los problemas que ocurran con más frecuencia.
- *Focus group* (grupo de discusión): consiste en discutir un tema en específico con un grupo de personas, para esta investigación se realizará con las personas de las distintas etapas y se pondrán en tema de discusión las

gestiones para los problemas con mayor efecto en los proyectos, para determinar si las gestiones que se emplearán serán efectivas o necesitan una mejora.

- Hoja de datos estadísticos: se realizará una base estadística para registrar todos los acontecimientos que tengan que ver con el tema de mantenimiento, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo e historial de reparaciones.
- Hoja de chequeo: hojas de verificación, que ayudan a controlar y verificar los procesos, antes, durante y después de la operación.

11. CRONOGRAMA

Figura 4. Cronograma



Fuente elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases y cumplir con los objetivos propuestos. La empresa de transporte pesado autoriza la ejecución proporcionando los siguientes recursos:

- Humanos: personal a disposición para realizar las tareas requeridas en la investigación.
- Tecnológicos: se compromete a adquirir tecnología tipo GPS para el monitoreo y seguimiento de las unidades.
- Información: acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad.
- Equipo e infraestructura: las unidades de la empresa de transporte pesado están en total disposición para el estudio necesario.

El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador.

Tabla II. **Presupuesto de la investigación**

No.	Recurso	Descripción	Monto	Porcentaje
1	Intelectual	Tiempo propio de inversión	Q 10,000.00	27.6 %
2	Intelectual	Asesor de campo de trabajo de investigación	Q 2,500.00	6.9 %
3	Material	Papelería y útiles	Q 1,000.00	2.8 %
4	Transporte	Consumo de combustible y depreciación de vehículo	Q 2,000.00	5.5 %
5	Alimentación	Alimentación	Q 1,000.00	2.8 %
6	Tecnológico	Equipo G.P.S.	Q 18,000.00	50.0 %
7	Varios	Imprevistos (5%)	Q 1,725.00	4.9 %
Total			Q 36,225.00	100 %

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ariavna, A. (2018). *Tipos de mantenimiento. Mantenimiento naval*. Recuperado de: https://issuu.com/gmail479/docs/revistaaa_lista_como_pdf
2. Arqhys. (2012). *¿Qué es un transporte pesado? Transporte pesado*. Recuperado de: <https://www.arqhys.com/construccion/transportepesado.html>
3. Camisón, C. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, modelos y sistemas*. México, México D. F.: Pearson.
4. Cruz, J. (2018). *Algo que debes conocer de la importancia del GPS. Transporte pesado*. Recuperado de: <https://www.transporteypesados.com/single-post/algo-que-debes-conocer-de-la-importancia-del-GPS>
5. Cuatecrasas, L. (2005). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. Madrid, España: Profit
6. Fuso. (2017). *Sistema de rastreo GPS para flota de camiones. Buses y camiones en Perú*. Recuperado de: <https://www.fuso.com.pe/blog/sistema-rastreo-gps-para-camiones/>
7. García, C. (2015). *Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión distrito metro de la ciudad de México*. (Tesis de maestría). Distrito Federal de México,

Instituto Politécnico Nacional, Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas.

8. García, S. (2015). *Introducción al plan de mantenimiento. Ingeniero marino*. Recuperado de: <https://ingenieromarino.com/mantenimiento-delbuque1o-parteintroduccion-al-plan-de-mantenimiento/>
9. Navarro, M. (2016). *Gestión y control de flotas y servicios de transporte por carretera*. Recuperado de: <https://books.google.com.gt/books?id=dSBvD-dSBvDwAAQBAJ&pg=PT260&dq=ps+para+camiones&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj0msqvzLfeAhXF21MKHUfDCkMQ6AEIJjAA#v=onepage&q=gps%20para%20camiones&f=false>
10. Organización de Aviación Civil e Internacional. (2014). *Manual guía para la capacitación de recursos humanos sobre los sistemas CNS/ATM*. Recuperado de: https://www.icao.int/SAM/Documents/GREPECAS/2010/CNSATMSG1/CNSATMSG01_NE16.pdf
11. Padilla, C. (2012). *Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la Ciudad de Cañar*. (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador.
12. Pastrana, A. (2013). *Sistema de gestión, explicamos*. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=aO_avzFnVYA
13. Ramírez, R. (Marzo 2018). *El transporte pesado en Guatemala*. Gremial de Pilotos de Transporte Pesado de Carga por Carretera y Similares. Volumen 15.

14. Red Operativa de Desagües Españoles. (2018). *Mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo del coche*. Recuperado de: www.ro-des.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-del-coche-en-que-se-diferencia
15. Reino, M. (2015). *Modelo de gestión de negocios para empresas de transporte de carga pesada tipo trailers del Cantón Cuenca*. (Tesis de Maestría). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
16. Renovetec. (2009). *Ingeniería del mantenimiento*. Recuperado de: <http://www.renovetec.com>
17. Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión de mantenimiento industrial en Lima*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
18. Rodríguez, J. (2017). *Manual de transporte de carga*. Recuperado de: https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-_manual_de_transporte_de_carga_-_web.pdf
19. Townsend GPS. (2018). *Beneficios del GPS*. Recuperado de: www.townsendsystem.com.gt
20. Wong, V. (2007). *Desarrollo del programa técnico-económico de conducción de camiones para una empresa de transporte de carga seca*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

14. APÉNDICES

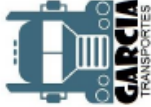
Apéndice 1. Matriz de coherencia

Formulación del problema	Objetivo	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
¿Cuál es la situación actual de la organización donde se llevara a cabo la investigación?	Realizar un diagnóstico de situación actual, para conocer los procesos llevados a cabo de mantenimiento en la empresa de transporte pesado	OB = Observaciones: MPV= Mantenimiento preventivo MPF= Mantenimiento predictivo			
¿Cuál es plan de trabajo a implementar, en un modelo de gestión de mantenimiento, para una empresa de transporte pesado?	Elaborar el plan de trabajo que se diseñó, para el sistema de gestión de mantenimiento, de una empresa de transporte pesado.	MCV=Mantenimiento correctivo QM= Costo de mantenimiento TMPV= Tiempo de Mantenimiento preventivo TMPF= Tiempo de Mantenimiento predictivo	QM= TM/HH CMI= CMI/HH	Las técnicas e instrumentos para la investigación se realizaran con recopilación de información, para la recolección de dicha información se realizaran hojas de estadística histórica	La metodología que se empleara en esta investigación, será una aplicación de distintas herramientas de investigación para determinar las gestiones pertinentes y las herramientas de seguimiento adecuadas para la gestión de mantenimiento.
¿Qué se debe implementar para las medidas de mejora para elevar la eficiencia, de la gestión de mantenimiento	Establecer las medidas de mejora para elevar la eficiencia, de la gestión de mantenimiento.	TMCV= Tiempo de Mantenimiento Correctivo TO= Tiempo de ocio HH= horas hombre			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Diseño de hoja de control de mantenimiento**

CONTROL DE MANTENIMIENTO		MIES				
		FECHA DE INGRESO	FECHA DE EGRESO	LUGAR	PARTE	REPARACIONES



Fuente: elaboración propia.