



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA
EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL DETERIORO DE LAS
LLANTAS DE LOS EQUIPOS MÓVILES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA
DE GUATEMALA S. A. (SIDEGUA)**

Edwin Horacio Trujillo López

Asesorado por el Msc. Ing. Aníbal Armando Alvarado Racancoj

Guatemala, junio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA
EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL DETERIORO DE LAS
LLANTAS DE LOS EQUIPOS MÓVILES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA
DE GUATEMALA, S. A. (SIDEGUA)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWIN HORACIO TRUJILLO LÓPEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. ANÍBAL ARMANDO ALVARADO RACANCOJ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

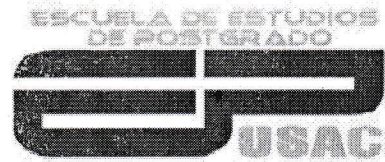
**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA
EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL DETERIORO DE LAS
LLANTAS DE LOS EQUIPOS MÓVILES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA
DE GUATEMALA S. A. (SIDEGUA)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 26 de junio de 2013.


Edwin Horacio Trujillo López



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-0015-2014

Guatemala, 23 de abril de 2014.

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

Estimado Director:

Reciba un atento y 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 **Edwin Horacio Trujillo López** carné número **1998-19413**, quien optó 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 de Gestión Industrial**.

Y si 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 Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

“Id y enseñad a todos”

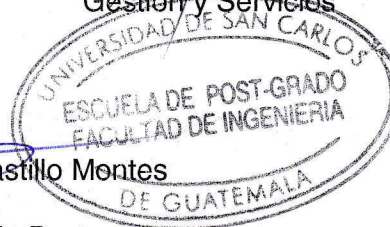
MSc. Ing. Anibal Armando Alvarado R.
Asesor(a)



MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la

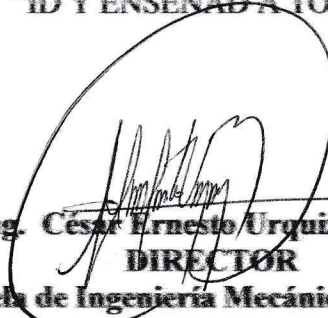


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.092.014

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 DEL MODELO DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL DETERIORO DE LAS LLANTAS DE LOS EQUIPOS MÓVILES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA S.A. (SIDEGUA)**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Horario Trujillo López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 278.2014

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 DEL MODELO DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL DETERIORO DE LAS LLANTAS DE LOS EQUIPOS MÓVILES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA S. A. (SIDEGUA)**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Horacio Trujillo López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 13 de junio de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el amigo que nunca falla, el que ha estado siempre en los momentos más felices y difíciles de mi vida, mi fortaleza de vida.
- La Virgen Santísima** Por interceder por mí ante tu hijo iluminando mi camino, gracias por tus bendiciones.
- Mis padres** Ramón Trujillo y María López, por la oportunidad que me brindaron a través de sus esfuerzos y sacrificios, su apoyo incondicional, enseñanzas y ejemplo, que este logro sea una pequeña recompensa.
- Mis hermanos** Lesbia, Sergio y Sandra Trujillo, por ser parte importante en cada uno de mis logros, gracias por su amor y su ayuda.
- Mis sobrinos** Winston Sajquin, Derek y Esteban Alecio, que mi esfuerzo sea un ejemplo para ellos.
- Mi novia** Astrid García, por su amor, comprensión y palabras de aliento en momentos difíciles en esta etapa de mi vida.

Mis cuñados

Oscar Alecio y Esvin Sajquin, por la confianza, amistad, consejos y apoyo que me brindaron en el transcurso de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser proveedora de mí alimento intelectual.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme ser parte de ella y contribuir con mi formación como profesional.

Escuela de Postgrado

Por la oportunidad de egresar como un profesional y permitirme realizar este trabajo de graduación.

Mi asesor

Msc. Ing. Aníbal Armando Alvarado Racancoj, por todo el apoyo que me brindó para lograr culminar esta etapa.

Mis amigos

Helen Cabrera, Jessica Kress, Emilsed Ruano, Erick López, César Santos, Giovanni Orellana, Rolin García, Edwin Sequen, Paulo Ochaeta, Maynor Pop, Fernando Hernández, Daniel Alvarado, con quienes he vivido gratos momentos y que de alguna u otra manera me han motivado a culminar mi licenciatura.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. ANTECEDENTES	01
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	05
2.1. Descripción del problema	05
2.2. Delimitación del problema.....	06
3. JUSTIFICACIÓN	09
4. OBJETIVOS	11
5. ALCANCES	13
6. HIPÓTESIS	15
7. MARCO TEÓRICO	17
7.1. Fuentes de variación.....	18
7.1.1. Diagrama de Pareto.....	18
7.1.2. Diagrama de Causa y Efecto.....	20
7.1.3. Gráficas de control.....	21

7.1.4.	Gráficos de control por atributos	21
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	25
9.	METODOLOGÍA	29
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	33
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	35
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	37
13.	BIBLIOGRAFÍA	39
14.	ANEXOS	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	19
2.	Ejemplo de Diagrama de Causa y Efecto.....	20
3.	Cronograma de actividades.....	35

TABLAS

I.	Recursos necesarios	37
----	---------------------------	----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
=	Igualdad
-	Negativo
%	Porcentaje

GLOSARIO

Atributo	Cada una de las cualidades o propiedades de un ser.
Banda de rodamiento	La banda de rodamiento de un neumático es aquella parte plana que entra en contacto con la superficie.
Calibrador	Medidor de la presión interna de una llanta.
Control	Es un proceso cíclico y repetitivo que determina los medios de regulación utilizados por una persona o empresa.
Correlación	Correspondencia o relación recíproca entre dos o más cosas o series de cosas.
Costo	Cantidad que se da o se paga por algo.
Diagrama de Pareto	Diagrama que permite identificar los principales problemas dentro de todos los existentes.
Gráfico de control	Herramienta estadística empleada para verificar el funcionamiento de procesos.

Indicador	Elemento o dispositivo que muestra cierto cambio según el medio en el cual se encuentra.
Proceso	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que, al interactuar, transforman elementos de entrada y los convierten en resultados.
Vehículo móvil	Toda aquella máquina autopropulsada destinada al transporte de personas o traslado y remoción de mercancías.

RESUMEN

Las empresas guatemaltecas han sufrido cambios radicales en el desarrollo de sus procesos, independientemente a qué se dediquen, esto debido a las exigencias de la economía y de un mercado que cambia en cada momento y obliga a estas mismas a optar sistemas de negocio que optimicen la metodología de sus procesos.

La búsqueda interminable de minimizar los costos es una función muy importante en la metodología de los procesos y por ello la presente investigación surge en la empresa Siderúrgica de Guatemala S. A., con el objetivo de controlar los altos costos de operación de los equipos móviles en cuanto a la utilización de las llantas.

Una de las razones para desarrollar un modelo de control estadístico es poder determinar las causas o motivos del porque se realizan tantos cambios desordenados de llantas en los equipos móviles de la empresa. Para ello se generará una base de datos que ayudará a saber cuáles son las especificaciones de las llantas que se utilizan por máquina.

A través de herramientas estadísticas como el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Causa y Efecto y los gráficos de control por atributos, se determinará cuáles son las causas más importantes a controlar, proporcionando al mismo tiempo las soluciones que se deben implementar.

Otro factor muy importante que se toma en cuenta en la presente investigación es desarrollar un proceso controlado de utilización de llantas en los equipos móviles, desde que sale la llanta de la bodega de suministros hasta que se deteriore y sea desechada o pase a un proceso de reencauchado para poder reutilizar la misma.

Para lograr dicho cometido se incluye una breve explicación de lo que es una llanta, sus diferentes tipos de construcción, medidas, diseños de la banda de rodamiento y aplicaciones, para que se tenga una noción del tema, todo ello para llegar a implementar los controles y los indicadores cuyo objetivo será reducir los costos de operación en lo que a llantas se refiere.

El aseguramiento de llevar un control en los costos de cada equipo móvil de la empresa es de suma importancia, debido a que mejora la proyección de presupuestos para poder tener habilitada una máquina, los gastos serán más controlados y se determinará rápidamente una variación que se suscite en el sistema. Se controlarán los niveles de inventario en lo que se refiere a llantas en la bodega de suministros; además este modelo se podrá tomar como ejemplo para poder controlar otro tipo de insumo que se tenga descontrolado.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias de un mercado cambiante y la apertura de mercados a nivel mundial han obligado a empresas nacionales a ser más competitivas y que definan un sistema de negocio, que busque la mejora continua de los procesos que forman el macroproceso industrial y que les permita competir al desarrollar productos y servicios de calidad.

El control estadístico de los procesos es un conjunto de herramientas sencillas, pero poderosas, que ayuda a tomar decisiones encaminadas al aseguramiento de la mejora de los mismos.

Esta investigación plantea el tema de medir y controlar las causas que deterioran las llantas en la flota de equipos móviles de una empresa siderúrgica, a través de un proceso de recolección de información y su comprobación por medio de herramientas, que permitan establecer indicadores de gestión que a su vez permitan garantizar la disponibilidad de las máquinas, con un costo optimizado.

La base fundamental de esta investigación será analizar las actividades del Departamento Automotriz, equipo encargado de realizar las tareas de mantenimiento a la flota de equipos móviles, específicamente la reparación de llantas, tarea de suma importancia en los diferentes negocios de la planta que genera gastos elevados debido a paros innecesarios de los mismos.

Es de suma importancia poder disminuir el alto consumo de llantas que utilizan los equipos móviles los cuales apoyan en los diferentes procesos productivos que forman el parque siderúrgico y permitir establecer los controles específicos mínimos que a futuro se traducirán en menos gastos para la empresa.

La finalidad del primer capítulo se dará a conocer la reseña histórica de la empresa, cuál es su visión y la misión que la fortalece, el desarrollo que ha logrado durante sus sesenta años de existencia, así como el alcance de sus operaciones y la necesidad de corregir algunos procesos

En el capítulo 2 se presentarán los fundamentos teóricos del control estadístico como herramienta de gestión para la mejora significativa de los controles, que se deben implementar para la inspección del uso de llantas en los equipos móviles, los cuales a su vez generarán una fuerte base de datos que de información de todas las máquinas al servicio de las plantas, asimismo, se describen los datos teóricos importantes que ayudan a la identificación de las llantas.

En el capítulo 3 se realizará la descripción de las generalidades del proceso de mantenimiento de las llantas de los vehículos móviles y la determinación de los factores que afectan directamente la vida útil de las mismas, generando los datos que serán analizados con las herramientas estadísticas, proporcionando indicadores que facilitarán el proceso de utilización de las llantas de una forma óptima.

En el capítulo 4 se desarrollarán todos los formatos que facilitarán los controles necesarios en la utilización de llantas los cuales proporcionarán información de la fecha que ingresó la llanta a funcionar, bitácoras de los daños

que al pasar el tiempo ellas sufran, control de existencias en bodega e implementar una base de datos confiable.

El capítulo 5 se enfocará en el análisis de los resultados que ayudarán a comprobar que la implementación de controles en la utilización de las llantas, da resultados positivos, una disminución del consumo y costos en comparación a la situación actual.

1. ANTECEDENTES

“El empleo de la rueda en el transporte de cargas comenzó por el uso de troncos cilíndricos sobre los que se hacía deslizar una carga, aprovechando la rotación de los mismos, en la Edad de Piedra, hasta desembocar en su uso como tal aplicada a carros tirados por animales o de personas en tiempos de los sumerios (alrededor del año 4 000 a.C.) y sus constantes evoluciones adoptando radios para disminuir su peso, la construcción de pistas y calzadas empedradas, o enlosadas para facilitar este transporte, la cual recibió un impulso significativo hasta la Revolución Industrial.” (Martínez, 2013, p. 1)

El neumático es uno de los elementos de mayor importancia en los vehículos, tanto en relación a sus prestaciones, como a su seguridad. “Nació destinado a proporcionar mayor confort a los vehículos, que en principio estaban dotados de ruedas rígidas y más tarde de ruedas provistas de una envoltura de goma. La situación actual ha variado, el confort ha pasado a segundo plano, ante la importancia que la seguridad ha tomado. Es uno de los elementos que más progresión técnica ha tenido en los últimos años del automóvil.” (Firestone, 1989)

El uso descontrolado de los neumáticos hoy en día se resume en un aumento de los costos de operación de las empresas, para tomar decisiones basadas en la estructura de costos y teniendo presente que para un administrador una de las principales tareas será minimizar los costos, que generalmente se pueden agrupar en dos categorías, “los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento y los costos por pérdidas

de producción a causa de fallas de los equipos.” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 245)

En las tareas de mantenimiento es fundamental mantener niveles de calidad para que el servicio sea seguro y eficiente, y “apunten a la conservación y mejoría, manteniendo los equipos en condiciones de trabajo confiables y desarrollando la capacitación de los involucrados.” (Gerdau, 2008)

En cualquier proceso, por muy bien que se diseñe y por muy cuidadosamente que se controle, siempre existirá una cierta variabilidad que no se puede evitar, “el control estadístico de procesos es una herramienta que se utiliza para conseguir el producto o servicio adecuado y con el cual se pretende dar seguimiento y vigilancia a los procesos, reduciendo esa variación y obtener menor costo.” (Vilar, 2005)

La empresa objeto de esta investigación cuenta con 60 años de participación en el mercado nacional como internacional, desde 1956 se encuentra en el mercado fabricando productos de acero para la construcción, con la más alta calidad para seguridad de los clientes en la región, pionera y líder en la industria siderúrgica de Centroamérica. Cuenta con recursos humanos de gran capacidad y modernos equipos, seguridad industrial y conciencia social, dos grandes prioridades en la producción.

Como toda empresa que lucha por la sobrevivencia en esta carrera a una economía abierta, el desarrollar procesos controlados que agreguen valor a las actividades de producción, “es por ello que ninguna empresa puede garantizar la calidad en los bienes y servicios que ofrece, sin contar con un control estadístico en los procesos que generan gastos en su desarrollo.” (Zamora, 2005)

Es así que se hace indispensable introducir los controles estadísticos en el proceso de mantenimiento de los equipos móviles, en cuanto al consumo de neumáticos, “alineando dicho proceso con las estrategias de la organización en busca de las mejores prácticas, la mejora continua y la excelencia.” (Quiroa, 1999)

Las fuentes de información proporcionan los fundamentos teóricos que ayudan a generar el sistema de control estadístico para el proceso de utilización de las llantas en los vehículos móviles, lo que se trata es de controlar el proceso con ayuda de reglas de decisión, como pueden ser el Diagrama Causa y Efecto, el Diagrama de Pareto, la moda, la frecuencia de los eventos que localicen discrepancias apreciables entre los datos observados y las normas del proceso que se controla. Al mismo tiempo proporciona los conceptos estructurales de las llantas, tecnicismos que han ayudado en el mejoramiento de los procesos de reparación e identificación de las mismas, información que es de suma importancia para desarrollar un sistema de control.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿El control y la medición de las averías ocasionadas en las llantas de los equipos móviles por distintos motivos, requiere desarrollar un proceso de reparación que garantice de cierta medida la disponibilidad y el buen desempeño de las llantas como recursos indispensables, necesarios y que en cierta medida den confianza a la hora de desempeñar su finalidad?

El problema principal que se observa en el 2013 reside en el alto consumo de llantas en la flota de equipos móviles al servicio del complejo industrial SIDEGUA, dejando que el mantenimiento se lleve a cabo de una forma reactiva y no preventiva, dejando de lado los factores importantes como servicio de calidad, soporte técnico y la mejora continua de los procesos para obtener mejor utilidad de los mismos.

2.1. Descripción del problema

En el 2013 el complejo industrial de la Siderúrgica Guatemalteca de la Corporación Aceros de Guatemala S. A., se desenvuelven cinco plantas las cuales se dedican a la realización de productos derivados del acero, como por ejemplo: varilla corrugada, perfiles, alambón, trefilado de alambre, clavos, malla ciclón y electrosoldada, traslado de chatarra, etc. Estas utilizan equipos móviles para el abastecimiento de materia prima, acomodamiento de materia prima o del producto final en bodegas, entre ellos se pueden mencionar montacargas, mini cargadores, camiones, cabezales, góndolas de doble eje; en ellas se ha detectado que no se tienen los controles adecuados para el registro del consumo de las llantas que los equipos utilizan.

Para la presente investigación se formulan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿De qué manera se puede establecer un control estadístico para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas?
- ¿Qué criterios se consideran importantes en las especificaciones que ayuden a estandarizar el control de las llantas?
- ¿Es posible establecer Diagramas de Pareto, Diagramas de Causa y Efecto y los gráficos de control, como herramientas de control estadístico para determinar las causas de los daños en las llantas?
- ¿Cuál es el modelo de evaluación apegado al control estadístico que permita tomar decisiones en el control del mantenimiento preventivo de las llantas?
- ¿Qué indicadores se deben de implementar en el control de las llantas y desarrollar la mejora continua en el mantenimiento de las mismas?

2.2. Delimitación del problema

La Siderúrgica Guatemalteca es una planta industrial dedicada a la producción y elaboración de acero partiendo de otro acero o de hierro, mediante la utilización de chatarra como materia prima y a crear productos de acero para la construcción, esto evidencia la importancia de tener equipos móviles confiables y disponibles que satisfagan las demandas individuales de cada planta de abastecerse de materia prima, como de evacuar sus productos finales.

Por lo anterior, la delimitación de la investigación se realizará para determinar las causas del consumo de llantas neumáticas en los equipos móviles que funcionan en las plantas de acería, laminación de barras, laminación de perfiles, trefilados, malla electrosoldada, bodega de materiales, bodegas de producto terminado y el Departamento de Compra de Chatarra; unidades de negocio que conforman las instalaciones de la Siderúrgica Guatemalteca.

Se implementará en un período del 2013 al 2014, desarrollando un análisis comparativo en dicho periodo, pues es necesario realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de forma continua, para conocer las deficiencias para eliminarlas y los aspectos positivos para reforzarlos, en cuanto al consumo de llantas para los equipos móviles.

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se debe realizar debido a que en el complejo industrial SIDEGUA se ha determinado un alto consumo de llantas de los equipos móviles y como resultado un alza al costo de operación de cada planta o unidad de negocio.

El diseño de investigación propuesto seguirá los lineamientos de investigación del control estadístico de proceso, optimizando tecnologías de procesos e implementación de indicadores de gestión que permitirán el control y el cumplimiento en la disminución de los costos generados por la utilización de llantas en los equipos móviles.

El manejo de la información recolectada en la investigación, será útil para vigilar y generar los mecanismos necesarios para la administración de los registros de la intervención del taller de mantenimiento en la reparación de las llantas, determinar niveles de inventarios para cada llanta en bodega de suministros, realizar los registros de las llantas que se pueden reutilizar por medio del reencauche y mejorar los procedimientos para determinar el desecho de una llanta.

Uno de los aspectos relevantes para la realización de la investigación es disminuir los altos costos de operación que se están generando por el consumo de llantas.

Se hace necesaria esta investigación, no solo en el desarrollo de un modelo de control estadístico que determine cuáles son las causas importantes del deterioro de las llantas, sino que se requiere además un esfuerzo para establecer los controles mínimos, mejorar los procesos y alinear estrategias las cuales se traducirá en mejores beneficios económicos para la empresa.

La implementación del control adecuado en las llantas se traducirá en mayor tiempo de disponibilidad del equipo, eficiencia en la producción, excelente calidad en el servicio, así como, en mejores beneficios económicos para la empresa, mayor valor agregado al proceso de producción y en la confiabilidad y seguridad en los equipos móviles, evitando desperdicios y demoras.

Del éxito que alcance la implementación de estos controles para el uso adecuado de las llantas, se ejecutará otro similar para todos los repuestos utilizados en los equipos móviles, asimismo puede servir de base para otro análisis similar para las microempresas del medio guatemalteco.

4. OBJETIVOS

General

Construir un modelo de control estadístico para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas de los equipos móviles como herramienta de mejora continua.

Específicos

1. Relacionar los criterios en un levantamiento de datos en los equipos móviles para obtener especificaciones determinantes en el control de las averías de las llantas, según las necesidades de la empresa.
2. Determinar las causas que deterioran las llantas por medio de la aplicación de herramientas de control estadístico.
3. Desarrollar un modelo de evaluación para el control del consumo de llantas que prepare información recomendable para la toma de decisiones.
4. Desarrollar los indicadores que facilitarán la mejora continua en el control del consumo de llantas.

5. ALCANCES

La trascendencia de esta investigación tendrá un alcance exploratorio que permita observar y descubrir las causas o motivos por los cuales se están dañando las llantas en los equipos móviles, y generar los controles necesarios para reducir paros innecesarios del mismo por falta de seguimiento preventivo. Sin embargo, será de carácter descriptivo puesto que ayudará a determinar cómo es y cómo se manifiestan las averías en las llantas. También será correlacional porque colaborará en la comprobación de la hipótesis de investigación, finalmente tendrá un alcance explicativo que estará dirigido a responder a las causas de las averías de las llantas.

En el entorno se observan varios tipos de transportes entre los que se pueden mencionar: camiones recolectores de chatarra, montacargas, plataformas móviles, grúas para descargar chatarra, minicargadores, etc., los cuales algunos son de la empresa y otros son de las empresas contratadas para el apoyo de ciertas operaciones.

El presente trabajo de investigación se realizará en las instalaciones de la empresa SIDEGUA, orientada exclusivamente a los camiones recolectores de chatarra, montacargas y minicargadores propios de la misma.

Dentro de las limitaciones que existen en la empresa están: la falta de personal capacitado, para establecer el sistema de control estadístico dentro de la empresa y la escasez bibliográfica de estudios de usuarios aplicados en el manejo y control de llantas en las flotas de los equipos móviles, lo que conlleva a generar parámetros y estándares propios de la empresa.

6. HIPÓTESIS

A continuación se presentan la hipótesis de investigación y sus variables:

- Hipótesis de investigación: la implementación de un modelo de control estadístico adecuado para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas de los vehículos móviles en la planta SIDEGUA disminuye el costo de operación de los mismos.
- Hipótesis nula: la implementación de un modelo de control estadístico adecuado para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas de los vehículos móviles en la planta SIDEGUA no disminuye el costo de operación de los mismos.
- Hipótesis alternativa: la operación inadecuada de los equipos móviles es una causa primordial en el aumento del consumo de neumáticos en la operación.
- Variable independiente: diseño del control estadístico para determinar las causas del consumo de llantas. Los indicadores cualitativos son:
 - Daños por mala operación.
 - Daños por condiciones de trabajo.
 - Tipos de desgastes en las llantas.
- Variable dependiente: reducción de los costos de operación de los equipos móviles. Los indicadores cuantitativos son:

- Consumo de llantas.
- Rendimiento de las llantas por kilómetro recorrido o por horas de trabajo según sea el tipo de máquina.
- Disponibilidad de la máquina.

7. MARCO TEÓRICO

“El control estadístico de procesos es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondientes. En el control estadístico de procesos, las herramientas conocidas como gráficas de control se usan principalmente para detectar la elaboración de productos o servicios defectuosos, o bien, para indicar que el proceso de producción se ha modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño.” (Krajewski, L. & Ritzman, R. 2000, p. 247)

El control estadístico de procesos, representa una herramienta eficiente y eficaz en la administración de los servicios, para tener ahorros significativos en costos y tiempos, los cuales tendrán repercusión en el incremento de la rentabilidad. Además ayuda a encontrar las variaciones que existen en el uso de las llantas, estas pueden ser desgastes, rajaduras, cortes, deformaciones, etc.

“Todo proceso o servicio funciona bajo ciertas circunstancias, condiciones variables que son establecidas por las personas que lo manejan para lograr un objetivo final satisfactorio.” (Acuña, 2002)

“Las maquinarias, la metodología, la materia prima, la mano de obra, las condiciones ambientales y la medición de estándares o procedimientos, son factores que están sujeto a variaciones que realizan aportes más o menos significativos a la fluctuación de las características de los productos o servicios.” (Gutiérrez, 2013)

7.1. Fuentes de variación

No hay productos o servicios exactamente iguales, porque los procesos mediante los cuales se producen incluyen muchas fuentes de variación, incluso cuando dichos procesos se desarrollen en forma prevista.

Existen dos categorías básicas de variación en los productos o servicios: las causas comunes y causas asignables.

“Las causas comunes de variación son las fuentes de variación puramente aleatorias, no identificables e imposibles de evitar mientras se utilice el procedimiento actual y las causas asignables incluye cualquiera de los factores causantes de variación que logre ser identificado y eliminado.” (Vela, R. 2013)

La investigación se enfocará en aquellas variaciones asignables que es posible identificar y por consiguiente, eliminar en el proceso actual de mantenimiento de las llantas y las causas del porque se dañan. Lo anterior se logrará con las siguientes herramientas.

7.1.1 Diagrama de Pareto

“El Diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.” (Heyser y Render, 2004)

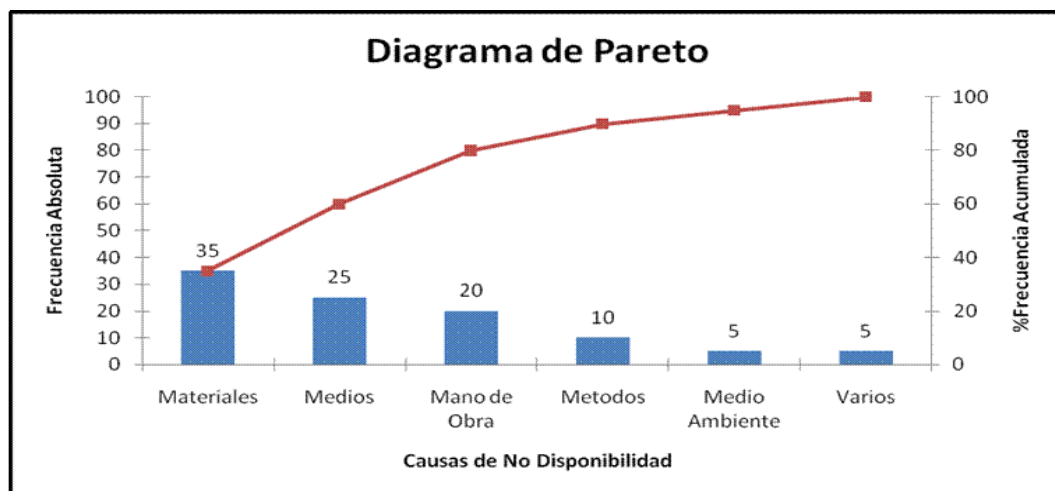
“El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia

frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha." (Heyser y Render, 2004)

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicossomáticos. "Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20 % de las causas totales hace que sean originados el 80 % de los efectos."(Vila, J., 2005)

El uso principal que tiene elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarlas.

Figura 1. **Ejemplo de Diagrama de Pareto**



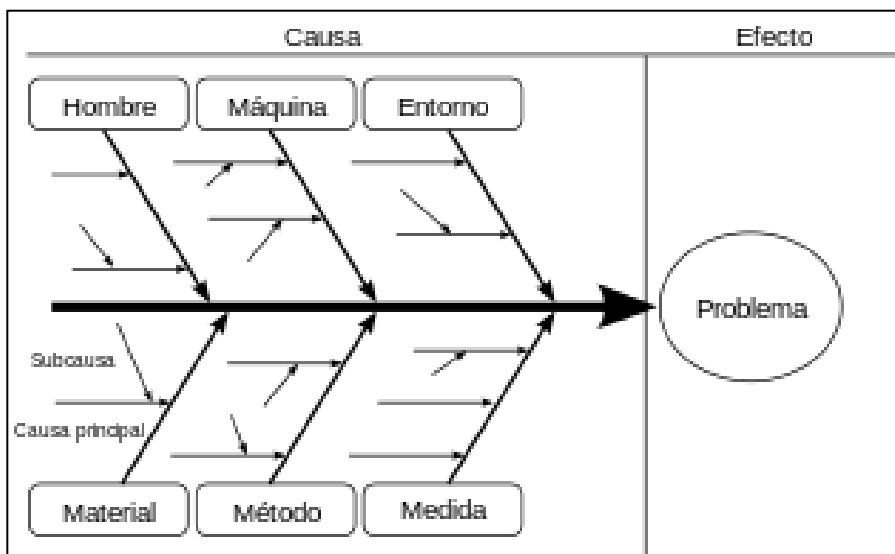
Fuente: Perdomo, A. (2009).

7.1.2. Diagrama de Causa y Efecto

Una forma de identificar un problema de diseño que requiera una corrección consiste en desarrollar un Diagrama de Causa y Efecto, en el cual se muestre la relación entre un problema de importancia clave y sus posibles causas. Desarrollado originalmente por Kauro Ishikawa este tipo de diagrama ayuda a encontrar directamente los problemas ya sean de calidad, seguridad industrial, mantenimiento, producción, etc.

Al utilizar este diagrama se identifican todas las categorías importantes de causas potenciales del problema que se está analizando. El proceso de construir un diagrama de causa y efecto obliga a los supervisores y colaboradores a concentrar su atención en los principales factores que afectan la calidad del servicio en cuestión.

Figura 2. Ejemplo de Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: Perdomo, A. (2009).

7.1.3. Gráficas de control

“La gráfica de control es un tipo especial de gráfica que se dirige a la posibilidad de interpretar información derivada de un proceso creando una imagen de las fronteras o límites de variación permisibles; permite de manera objetiva determinar si un proceso se encuentra en control o fuera de control.” (Carro, R. y González, D. 2012)

Es una herramienta útil para establecer fronteras de variación dentro de un proceso. Muestra cuando estas fronteras se sobrepasan y entonces buscan las claves que lleven a las causas para resolverlas.

“Se denominan "por variables" cuando las medidas pueden adoptar un intervalo continuo de valores; por ejemplo, la longitud, el peso, la concentración, etc. Se denomina "por atributos" cuando las medidas adoptadas no son continuas; ejemplo, tres tornillos defectuosos cada cien, 3 paradas en un mes en la fábrica, seis personas cada 300, etc.” (Carro, R. y González. D., 2012)

La investigación se enfocará a los gráficos por atributos, ya que por su naturaleza, ayudarán a controlar e identificar las causas que dañan las llantas y elevan el costo en cuanto al consumo de llantas.

7.1.4. Gráficos de control por atributos

Son gráficos de control basados en la observación de la presencia o ausencia de una determinada característica, o de cualquier tipo de defecto en el producto, servicio o proceso en estudio.

Shewhart (1933) establece que “muchas características de la calidad no pueden representarse convenientemente con valores numéricos. En tales casos, cada artículo inspeccionado por lo general se clasifica como conforme o disconforme respecto de las especificaciones para esas características de calidad. A las características de la calidad de este tipo se les llama atributos.” (Carot, 1998)

“Los gráficos de control por atributos se pueden utilizar para cualquier tipo de proceso, producto o servicio y característica de los mismos, sea esa medible o no.” (Cave, 1970)

“Todas estas herramientas estadísticas ayudarán a generar los controles adecuados con la finalidad de mejorar el uso de las llantas en los vehículos móviles, así como minimizar el consumo de las mismas desarrollando utilidades en la empresa.” (Drummond, H. 2000)

Finalmente ayuda con el control para determinar si los resultados satisfacen los objetivos trazados y la investigación se enfocará en aspectos cualitativos, ya que proporcionará las herramientas para poder medir la durabilidad de las llantas, determinando la frecuencia de las fallas, en qué equipo se utiliza, la marca de la llanta, la estructura de la llanta, el valor de la llanta, la rotación de las llantas, el consumo de llantas por mes en cada sección, etc.

El consumo de las llantas será tratado desde un punto operacional, debido al rendimiento de las llantas.

Según Alcoa Wheel, (2010), “Este rendimiento se medirá en función de las horas o kilómetros finales de la última revisión menos las horas o kilómetros

iniciales de cuando se instaló la llanta, con este dato se puede determinar el costo que genera cada llanta, ya que se sabrá el valor de cada una, con dicho dato se determinará el consumo en función de las horas o kilómetros que se obtuvo del rendimiento de la misma, como muestra se presenta las siguientes relaciones:

$\text{Rendimiento} = \text{kilometraje final} - \text{kilometraje inicial}$

$\text{Costo} = \text{valor de la llanta} / \text{rendimiento.}$

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

1. REFERENCIAS DE LA EMPRESA

1.1. Reseña histórica

1.2. Descripción organizacional

1.2.1. Visión

1.2.2. Misión

1.2.3. Valores

1.3. Información general de la empresa

1.3.1. Razón social

1.3.2. Actividad y sector económico

1.3.3. Plan estratégico organizacional

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Control estadístico de procesos

2.2. Herramientas de control estadístico

2.2.1. Diagrama Causa y Efecto

- 2.2.2. Diagrama de Pareto
 - 2.2.3. Gráficos de control
 - 2.3. Tipo de construcción de llantas
 - 2.3.1. Medidas de llantas
 - 2.3.2. Bandas de rodamiento
 - 2.3.3. Especificaciones de carga
- 3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO
 - 3.1. Descripción del proceso
 - 3.2. Recopilación de datos
 - 3.2.1. Población y muestra
 - 3.2.2. Metodología para recopilar información
 - 3.3. Clasificación de las causas que afectan a los neumáticos
 - 3.3.1. Daños por mala operación
 - 3.3.2. Daños por condiciones de trabajo
 - 3.3.3. Determinación de desgastes en los neumáticos
 - 3.4. Métodos y técnicas para el análisis y tratamiento de la información
 - 3.4.1. Diagrama de Pareto
 - 3.4.2. Diagrama de Causa y Efecto
 - 3.4.3. Gráficos de control
 - 3.5. Construcción de indicadores
- 4. INDICIO DE LOS CONTROLES E IDENTIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS
 - 4.1. Inversión inicial en llantas
 - 4.2. Identificación de llantas
 - 4.2.1. Mercado de llantas nuevas
 - 4.2.2. Mercado de llantas rodando

- 4.2.3. Implementación de base de datos
- 4.3. Controles diarios en flota de vehículos y bodega
 - 4.3.1. Bodega de *stock*
 - 4.3.2. Movimiento en la flota
 - 4.3.3. Implementación de semáforos
 - 4.3.4. Calibrado de llantas
 - 4.3.5. Reporte de daños y robo de llantas

5. DETERMINACIÓN DE COSTOS

- 5.1. Llantas en bodega
 - 5.1.1. Llanta nueva
 - 5.1.2. Llanta vitalizada
 - 5.1.3. Llanta desechada
- 5.2. Llantas rodando
 - 5.2.1. Desgaste normal
 - 5.2.2. Desgaste irregular
- 5.3. Identificación de beneficios
 - 5.3.1. Costos
 - 5.3.2. Bodega
 - 5.3.3. Vehículos de la flota

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La investigación propuesta tendrá un enfoque mixto, utilizando el enfoque no experimental cualitativo que por lo común se usa primero para descubrir y refinar las preguntas de investigación y tiene la característica de la recolección de datos en un único momento obteniendo las posibles causas del problema, sin embargo, tendrá un enfoque cuantitativo ya que este tipo de análisis de datos demostrará cuan repetitiva son las causas de las averías y con ello poder alcanzar los objetivos específicos número uno y número dos.

Selección de la muestra no probabilística y se toma a todo el universo, no aleatoria basada al juicio del responsable de la investigación.

Se describirán las condiciones o fenómenos que se observen en las llantas, siguiendo una técnica de observación directa. Los datos recabados, posteriormente serán analizados y evaluados, con la finalidad de entender el comportamiento de las averías y establecer el control que agregue valor en el consumo de las mismas.

Para el desarrollo de la investigación se realizará el siguiente procedimiento:

El trabajo de investigación se dividirá en 4 fases:

- Fase 1

Para cumplir con el primer objetivo se realizará un mapeo del proceso de mantenimiento de los equipos móviles que utilizan llantas neumáticas, usando el conocimiento del proceso, órdenes de trabajo por reparación o cambio de llantas, salidas de bodegas de insumos, compras mensuales de llantas para abastecimiento de *stock*, tanto nuevas como recauchadas, enfocados a determinar el motivo por el cual se realizan los cambios en de llantas y los tipos de averías que frecuentan dañarlas.

- Fase 2

Para cumplir con el segundo objetivo, se tiene la recopilación de información la cual según criterios, se determinará un orden de severidad y recurrencia de las averías en las llantas, dicha afirmación se logrará utilizando el diagrama de Pareto, sin embargo, el estudio consiste en agrupar la información que muestre todas las variables que desean cumplirse. Se ponderará cada uno de estas variables y se determinará cuantos de los desvíos son críticos y la valoración para cada uno de ellos en base a una escala definida, la cual se obtendrá a través de herramientas de control estadístico. (Hojas de recolección de datos, Diagrama de Causa y Efecto).

- Fase 3

Para cumplir con el objetivo número tres, se desarrollarán los estándares, que proporcionen los controles, con el fin de tener una herramienta confiable para eliminar o disminuir las causas de falla en las llantas de los equipos móviles. Además, se involucrará a operadores y técnicos de mantenimiento, por el nivel de conocimiento operativo y experiencia que tienen sobre los

problemas más comunes que enfrentan las llantas durante la operación y mantenimiento y determinar en conjunto los controles que ayuden a la disminución de averías y aprovechamiento de la vida útil de las llantas

- Fase 4

En esta fase se procederá de la siguiente manera: aunque existe consenso pleno sobre los indicadores de productividad básicos y comunes para toda empresa productiva, existen los indicadores específicos o especializados, que deberán ser desarrollados para medir actividades no comunes a la generalidad de empresas, este es el caso del área de mantenimiento automotriz. Por último para cumplir con el objetivo número cinco se desarrollarán los siguientes indicadores:

- Tiempo medio entre fallas (TMEF): relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.
- Tiempo medio para reparación (TMPR): relación entre el tiempo total de intervención correctivo en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en el período observado.
- Tiempo promedio para fallas (TMPF): relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.
- Disponibilidad de equipos (DISP): relación entre la diferencia del número de horas del período considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de

mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del período considerado. La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que la disponibilidad del órgano de operación desempeña su actividad.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se ha desarrollado un plan en el cual inicialmente se debe de realizar un levantamiento de toda la información necesaria y determinante, que facilite el entendimiento de la situación actual del consumo de llantas en los equipos móviles. Las técnicas a utilizar para el análisis de dicha información básicamente serán el Diagrama de Pareto, Diagrama Causa y Efecto y los gráficos de control. El uso de estas herramientas da la oportunidad de analizar detalladamente la información de varios problemas que son necesarios atacar.

La información será recolectada en el lugar de trabajo de los equipos, donde frecuentemente se ocasionan las averías de las llantas, seguramente revelará que habrá numerosos problemas que se deben analizar por medio del Diagrama de Pareto, determinando con la aplicación de dicha herramienta, cuál de los problemas se deberá atender primordialmente e identificar las desviaciones en el proceso de mantenimiento de las llantas que requerirán la atención inmediata de los gestores encargados de administrar el Departamento de Mantenimiento Automotriz.

El Diagrama de Causa y Efecto permitirá encontrar las causas de los problemas encontrados con anterioridad, empezando por el problema que determine el Diagrama de Pareto sea el primordial de atender, ya que esta herramienta desglosa todas las categorías de causas potenciales del problema que se empiece a analizar, causas que el dicho diagrama no proporciona. El Diagrama de Causa y Efecto será un complemento efectivo ya que desglosa de forma ordenada las causas y las divisiones que ellas puedan tener, abarcando el mayor número de posibilidades de dichas causas. Entre estas se pueden

mencionar: el ambiente de trabajo de las máquinas, el material inadecuado para la reparación de llantas, la mala operación de los equipos, la mala calibración de las llantas, mala calidad de la llanta, etc.

Los gráficos de control permitirán mantener estable la variabilidad que se tiene en el proceso de mantenimiento para controlar los problemas que causan el deterioro de las llantas, se establecerá una línea central que puede ser el tiempo que se tardan en realizar la reparación, el tiempo recurrente entre fallas, y cuánto tiempo se encuentran operando las máquinas sin problemas en las llantas. Esta herramienta es de suma importancia en la finalidad de la presente investigación, debido a su alto compromiso en mantener los estándares propuestos para mejora del mantenimiento de las llantas.

El presente diseño de investigación tendrá el análisis de toda la información técnica de las llantas, así como, de establecer los procedimientos adecuados en el control del uso, cambio, deterioro o desgaste, intercambio de posición, que conllevan al consumo de las llantas de los equipos móviles.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta a continuación la descripción de las tareas a ejecutar y el período programado para su inicio y finalización.

Figura 1. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA		2014																				
		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE												
Fase 1	Elaboración de formatos para captura de datos	■	■	■																		
	Levantamiento de información		■	■	■	■																
	Procesamiento de datos		■	■	■	■																
	Definir base de datos de finalidad de uso de las máquinas		■	■																		
Fase 2	Análisis de la información			■	■	■																
	Realización de diagramas de pareto			■	■	■	■															
	Ponderación de criticidad de desviaciones.				■	■	■	■														
Fase 3	Realización de diagramas causa y efecto						■	■	■													
	Realización de estadares de mantenimiento							■	■	■	■	■										
Fase 4	Realización de grafico de control									■	■	■	■	■								
	Desarrollo de indicadores												■	■	■							
Revisión y correcciones			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración final																					■	■

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

En la actualidad la empresa cuenta con el Departamento de Mantenimiento Mecánico y una de las secciones que lo conforman es el Taller de Mantenimiento Automotriz.

El Taller de Mantenimiento Automotriz por el momento cuenta con el equipo para prestar los servicios necesarios en las llantas, por ejemplo: armadora de llantas, herramientas específicas para el armado y desarmado, equipo completo de vulcanización, *stock* de repuestos de llantas, *stock* de repuestos en todo tipo de parches y tubos, etc.

Para la presente investigación serán necesarios los siguientes recursos:

Tabla I. Recursos necesarios

RECURSOS	
Recursos humanos	
Investigador o facilitador	Q 10 000,00
Asesor	Q 2 500,00
Técnico mecánico automotriz	Q 4 500,00
Digitador	Q 3 000,00
Recursos materiales	
Computadora	Q 5 000,00
Papelería y útiles	Q 2 500,00
Material didáctico	Q 1 000,00
Teléfono e internet	Q 1 200,00
Otros	Q 500,00
TOTAL	Q 30 200,00

Fuente: elaboración propia.

Para efecto de la investigación se cuenta con acceso de información que se requiera, así como se dispone de los recursos necesarios.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, J., (2002). Control de Calidad: Un enfoque integral y estadístico. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.
2. Alcoa Wheel, (2010). Manual de servicios para llantas. Europa, [en línea]. Disponible en: <http://www.alcoa.com/alcoawheels/europe>.
3. Álvarez, J., Álvarez I., Bullón, J. (2006). Introducción a la Calidad. Aproximación a los Sistemas y Herramientas de Calidad. España: Ideaspropias.
4. Cavé, R. (1963). El control estadístico. Barcelona: Sagitario.
5. Carot, V. (1998). Control Estadístico de la Calidad. Valencia, España: Servicios De Publicaciones.
6. Carro Paz, R. y González Gómez, D. (2012). Control Estadístico de Procesos. [en línea]. Argentina: Universidad Nacional de Mar De Plata. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf.
7. Drummond, H. (2000). La calidad total: el movimiento de la calidad total. España: Deusto.
8. Firestone, (1989, septiembre). Manual de información técnica para llantas de camión, México, DF. [en línea]. Disponible en: http://fivi.cat/archivos/fivi/manual_llantas.pdf.

9. Gutiérrez, H. y De La Vara, R. (2013) Control estadístico de la calidad y seis sigma. México: McGraw-Hill Interamericana
10. Heyser J. y Render, B. (2004). Principios de Administración de Operaciones. México: Pearson Educación.
11. Martínez Casanova, A. (2013). Manual de información técnica para Neumáticos Dirección de transporte CONAE. México DF.
12. Méndez, J., Viguera, D., Serrano, K. (2004). Gestión de la calidad en procesos de servicios productivos. México DF: Instituto Politécnico Nacional.
13. Perdomo, A., García, O., Malavé, E. (2009). Técnicas para el control estadístico del proceso, Capítulo II, Herramientas. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, [diapositiva], Venezuela: 24 diapositivas, publicado en: <http://www.slideshare.net/oscardarciab/herramientas-para-el-control-de-procesos>.
14. Quiroa Palacios, C. (1999). Actualización de tiempos estándares en procesos de vulcanización de llanta de camión y radial, construcción de pestañas y mejora de métodos en las áreas de pesado de pigmentos, bodega de producto terminado, reparación de llantas. Tesis de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
15. Salgueros Morales, H. (1997). Manual para el control administrativo de neumáticos que se utilizan en las flotas de vehículos. Tesis de Ingeniería

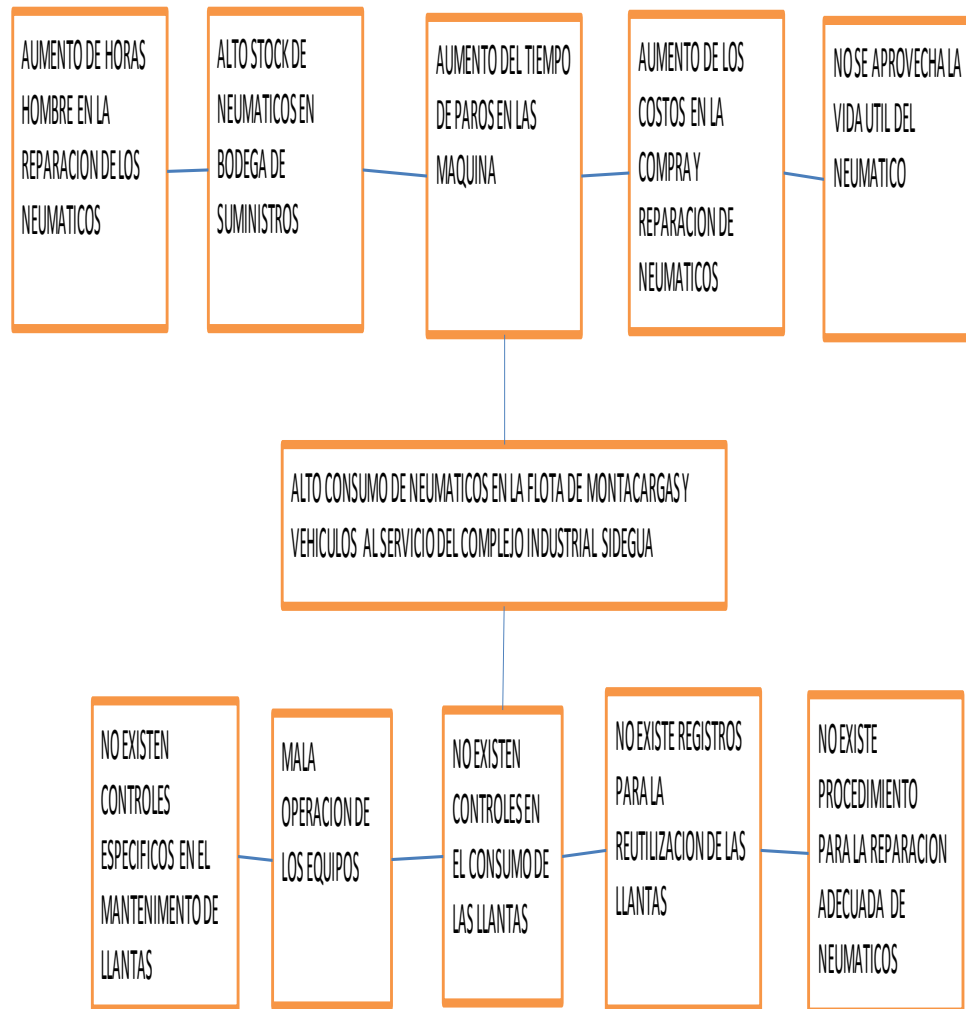
Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

16. Vela Ruiz, R. (2013). Diseño de la investigación de modelo de control estadístico para la evaluación de proveedores en una empresa productora de empaques. Tesis de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
17. Vila, J. (2005). Control estadístico de los procesos. Madrid: FC Editorial.
18. Zamora Escobar, J. (2005). Implementación de controles en las llantas de los equipos y cabezales en una empresa de transporte pesado para reducir sus costos de operación. Tesis de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

14. ANEXOS

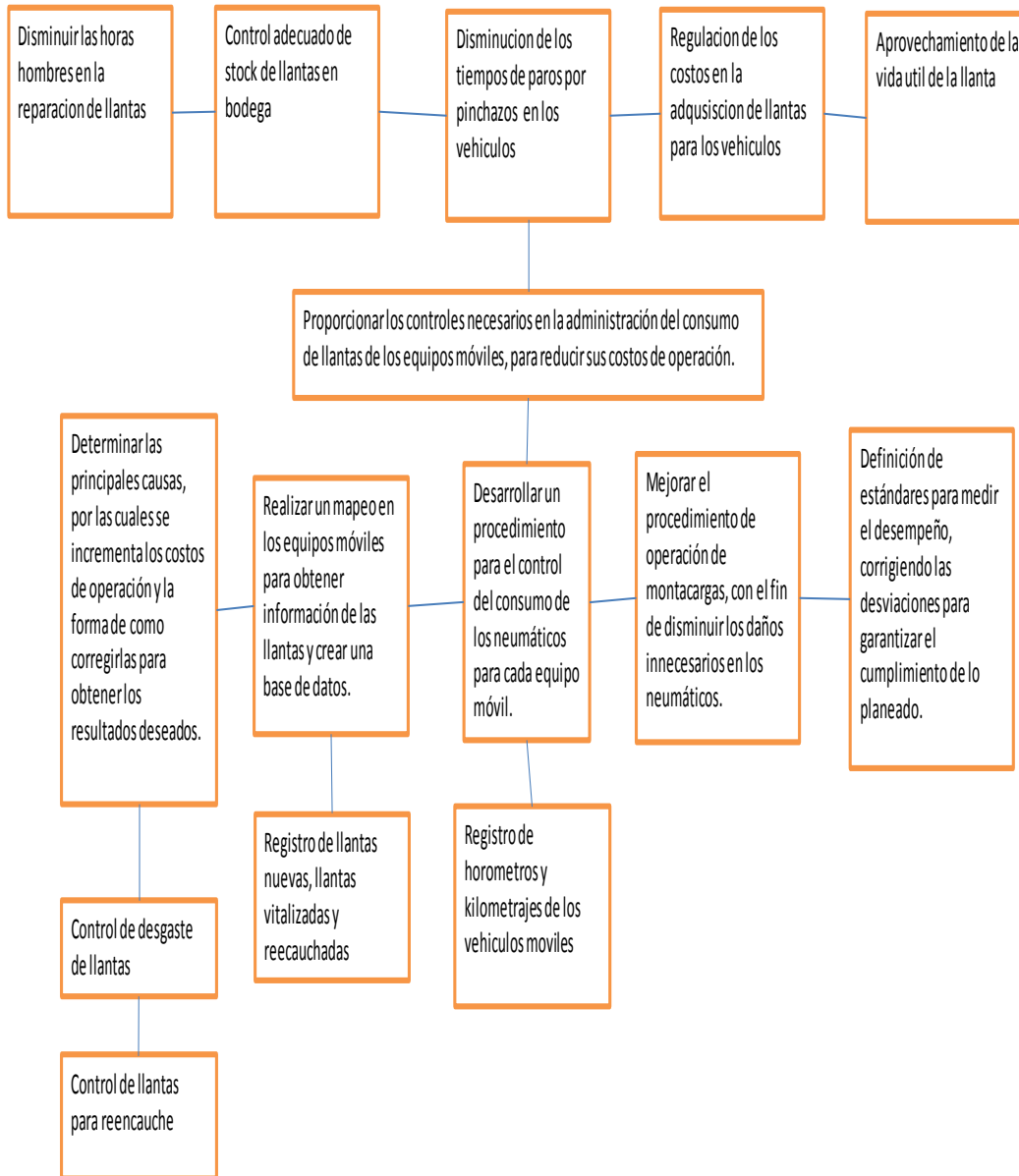
Anexo 1

ARBOL DEL PROBLEMA



Anexo 2

ARBOL DE OBJETIVOS



Anexo 3

MATRIZ DE COHERENCIA			
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS
Se carece de los controles administrativos necesarios en el consumo y utilización de las llantas en los diferentes equipos móviles que se usan en el complejo industrial de la Siderúrgica de Guatemala de la Corporación Aceros de Guatemala S. A.	Construir un modelo de control estadístico para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas de los equipos móviles para minimizar el costo de operación en los equipos móviles de la empresa Siderúrgica de Guatemala S. A.	<ul style="list-style-type: none"> • Información general de las llantas • Tipos de construcción de llantas • Medidas de llantas • Bandas de rodamiento • Especificaciones de carga • Estudio de campo de la flota de vehículos • Análisis de los datos recopilados • Implantación de una base de datos 	<p>Hi: La implementación un modelo de control estadísticos adecuados para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas de los vehículos móviles en la planta SIDEGUA disminuyen el costo de operación de los mismos.</p> <p>Ho: La implementación un modelo de control estadísticos adecuados para la evaluación de las causas que afectan el deterioro de las llantas de los vehículos móviles en la planta SIDEGUA no disminuyen el costo de operación de los mismos.</p> <p>Ha: La operación inadecuada de los equipos móviles, es una causa primordial en el aumento del consumo de neumáticos en la operación.</p>

