



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado de Ingeniería
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE
GUATEMALA, S.A.**

Ing. Jorge Estuardo Solís Rosales

Asesorado por el MA. Ing. Néstor Alejandro Patzán Chitay

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE
GUATEMALA, S.A.**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. JORGE ESTUARDO SOLÍS ROSALES

ASESORADO POR EL MA. ING. NÉSTOR ALEJANDRO PATZÁN CHITAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTE EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	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

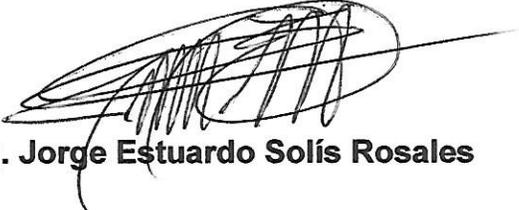
DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 20 de julio de 2011.


Ing. Jorge Estuardo Solís Rosales



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Decanato
Facultad de Ingeniería
24189102 - 24189103**

DTG. 568.2019

La Decana 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 Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, S. A.**, presentado por el Ingeniero Jorge Estuardo Solís Rosales, estudiante de la Maestría en Artes en Gestión Industrial 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



EEPFI-1080-2019

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, S.A.”** presentado por el Ingeniero Mecánico Industrial **Jorge Estuardo Solís Rosales** quien se identifica con Carné **100019450**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, noviembre de 2019

EEPFI-1081-2019

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, S.A.”** presentado por el Ingeniero Mecánico Industrial **Jorge Estuardo Solís Rosales** quien se identifica con Carné **100019450**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, noviembre de 2019

Guatemala, noviembre de 2019

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
USAC – Facultad de Ingeniería
Presente. -

Estimado Mtro. Álvarez:

En mi calidad como Asesor del Ingeniero Mecánico Industrial **Jorge Estuardo Solís Rosales** quien se identifica con Carné **100019450** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“ESTANDARIZACIÓN EN LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, S.A.”** quien se encuentra en el programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Néstor Alejandro Patzán Chitay
Asesor

NESTOR ALEJANDRO PATZAN CHITAY
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 2.805

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Fuente inagotable de gracias, sabiduría, misericordia y bondad, que me ha acompañado en cada momento y circunstancia de mí vida.
- Mi familia** Su apoyo incondicional y comprensión fueron fuente de inspiración y motivación para alcanzar este objetivo en mi vida profesional.
- Mis sobrinos** Baldi, Daniela y Camila Barrios Solis, Isaías y Noemí López Solis, su cariño y su amor siempre me han acompañado.
- Mis abuelos** Con dedicación especial a Bernarda Pérez (q.e.p.d.), por todo su amor. Tus enseñanzas y espíritu de lucha aún viven en mí.
- Mis amigos** Por todo su apoyo, cariño y amistad sincera en todo momento, pendientes siempre en todo momento de mí.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por toda la formación académica recibida y permitirme ser uno de sus selectos hijos.

**Corporación Aceros
de Guatemala**

Gracias por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de graduación, el cual me permite crecer como profesional.

Mtro. Néstor Patzán

Agradezco mucho tu profesionalismo, dedicación y sobre todo, tu amistad, los cuales fueron fundamentales para que pudiera culminar este proceso de graduación.

Inga. Mercy Enríquez

Por su apoyo y motivación en la realización de este proyecto profesional, fueron muy importantes.

Ing. Oscar Fuentes

Gracias por su comprensión, apoyo y por facilitar los medios para culminar este proceso.

Dra. Alba Guerrero

Por darme el impulso necesario para retomar este objetivo profesional.

**Dra. Aura
Marina Rodríguez**

Por su paciencia, dedicación, profesionalismos y aportes a este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS AUXILIARES	XV
OBJETIVOS.....	XIX
RESUMEN MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Misión y visión	2
1.1.2.1. Visión.....	2
1.1.2.2. Misión	2
1.1.3. Valores de la empresa	2
1.1.4. Estructura organizacional	3
1.1.5. Clasificación de áreas productivas	4
1.1.6. Procesos de producción	4
1.2. Mantenimiento	8
1.2.1. Tipos de mantenimiento	9
1.2.1.1. Mantenimiento correctivo.....	9
1.2.1.2. Mantenimiento preventivo.....	10
1.2.1.3. Mantenimiento predictivo	10
1.2.1.4. Mantenimiento proactivo.....	12

1.3.	Normas de seguridad en el mantenimiento.....	13
1.4.	Presupuestos para mantenimiento.....	14
1.4.1.	Elaboración de presupuestos.....	14
1.5.	Herramientas de análisis para solución de problemas.....	15
1.5.1.	Análisis FODA.....	15
1.5.2.	Análisis de Pareto.....	17
1.5.3.	Diagrama de causa efecto.....	18
1.5.4.	Árbol de causas.....	21
1.6.	Análisis de operaciones.....	22
1.7.	Reducción de costos.....	23
1.8.	Definición de servicios.....	24
1.8.1.	Características de los servicios.....	25
1.8.2.	Generación de servicios.....	27
1.8.3.	Clasificación de servicios.....	28
1.8.4.	Calidad de los servicios.....	31
1.9.	Método blueprinting.....	32
1.9.1.	Componentes del <i>blueprinting</i>	32
1.10.	Clasificación de equipos críticos.....	35
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	43
3.1.	Distribución de la flota de transporte.....	43
3.1.1.	Inventario de vehículos.....	43
3.2.	Organización del departamento de mantenimiento automotriz.....	45
3.2.1.	Estructura del departamento.....	45
3.2.2.	Recurso humano del departamento.....	46

3.2.3.	Capacidad instalada del departamento de mantenimiento	46
3.3.	Descripción de los servicios de mantenimiento de la flota de transporte	47
3.3.1.	Servicios de mantenimiento correctivo	47
3.3.2.	Servicios de mantenimiento preventivo	47
3.3.3.	Servicios de mantenimiento externos	48
3.4.	Clasificación de la flota de vehículos	48
3.4.1.	Definición de equipos críticos	49
3.4.2.	Disponibilidad de la flota de transporte	53
3.5.	Aplicación de la herramienta árbol de causas a la flota de transporte	54
3.6.	Costos de arrendamiento de equipos	56
3.7.	Acciones propuestas para aumentar disponibilidad de la flota de transporte.....	58
3.7.1.	Manejo y recolección de información.....	59
3.7.2.	Optimización en la operación de los vehículos	62
3.7.3.	Proceso de adquisición de repuestos y servicios ...	63
3.7.4.	Renovación de la flota de transporte	65
3.8.	Modelo de producción del servicio de mantenimiento	68
3.8.1.	Seguimiento a la calidad del servicio	72
3.9.	Evaluación de beneficios que se obtendrán para la flota de transporte	73
3.9.1.	Reducción de costos de subcontratación	73
3.9.2.	Reducción de fallas por operación.....	75
3.9.3.	Reducción de inventario de repuestos.....	76
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
4.1.	Análisis interno de la investigación	79

4.2. Análisis externo de la investigación	82
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA.....	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema organizacional de la empresa	4
2.	Fabricación de palanquilla de acero.....	6
3.	Proceso de laminación de LBA	7
4.	Proceso de malla electrosoldada	8
5.	Diagrama de causa y efecto.....	19
6.	Proceso de servucción	27
7.	Plano de blueprinting.....	34
8.	Diagrama de toma de decisión de equipos críticos	37
9.	Esquema organizacional del departamento de mantenimiento automotriz	45
10.	Árbol de causas baja disponibilidad de la flota de transporte.....	56
11.	Diagrama de Pareto flota de transporte	58
12.	Flujo sugerido del sistema CMMS (SAP PM).....	61
13.	Gestión de activos.....	66
14.	Servucción departamento de mantenimiento de transportes	71

TABLAS

I.	Indicadores.....	XXII
II.	Clasificación de servicios y bienes industriales.....	26
III.	Clasificación de servicios	29
IV.	Clasificación de servicios por grupos	30
V.	Matriz de criticidad	36

VI.	Distribución de flota de transporte	43
VII.	Inventario de vehículos	44
VIII.	Distribución del personal del departamento	46
IX.	Clasificación de la flota de transporte	49
X.	Equipos críticos A de la flota de transporte.....	50
XI.	Clasificación de criticidad en los equipos móviles	52
XII.	Utilización equipos críticos A	54
XIII.	Costo de arrendamiento trimestral de vehículos críticos	57
XIV.	Matriz de capacitaciones para operadores de vehículos	63
XV.	Estándares de calidad para servicio de mantenimiento.....	72
XVI.	Costos de arrendamientos con una utilización del 87 %.....	73
XVII.	Costos de mantenimiento trimestral equipos críticos.....	74
XVIII.	Costo de repuestos estratégicos para la flota de transporte.....	75
XIX.	Costos de fallas por operación	76
XX.	Repuestos a consignación.....	77
XXI.	Resumen beneficios cuantificables y económicos anual	77

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grado Celsius.
CO₂	Dióxido de carbono
Gal	Galón
km	Kilometro
N	Población o universo
n	Tamaño de la muestra
Tm	Tonelada métrica

GLOSARIO

AGSA	Aceros de Guatemala, Sociedad Anónima.
<i>Benchmarking</i>	Es una herramienta que consiste en tomar como referencia los mejores aspectos o prácticas de empresas competidoras o que pertenecen al mismo sector.
<i>Blueprinting</i>	Herramienta utilizada para mapear el proceso de producción de un servicio.
Control de calidad	Se refiere a todos los procedimientos, normas y medidas que una organización emplea para garantizar la calidad de sus productos y procesos.
<i>Check List</i>	Lista de verificación o de chequeo.
CMMS	Software para la gestión y planificación de mantenimiento (<i>computerized maintenance management system</i>).
Gerdau	Empresa líder y referente a nivel mundial en la producción de acero.
SAP	Sistema informático utilizado para la gestión de información.

SAP PM	Módulo de SAP utilizado para la planificación y gestión del mantenimiento en una organización.
Servucción	Proceso de producción de un servicio.
SISO	Departamento de salud y seguridad ocupacional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la empresa Siderúrgica de Guatemala, S.A., tiene como objetivo principal la estandarización de los servicios que el departamento de mantenimiento brinda a la flota de transporte.

La metodología utilizada tuvo un enfoque mixto, con un diseño de investigación no experimental, siendo del tipo y alcance descriptivo, dada la forma en que se abordó y analizó la problemática que tenía la empresa.

Como resultado, se pudo determinar que la flota de transporte tenía una utilización del 77 % en los equipos que por sus características y funciones en los procesos de producción se consideran críticos, incluyendo vehículos de carretera como fuera de carretera, esta situación ha obligado a la empresa a recurrir a la subcontratación o arrendamiento de unidades de transporte sustitutas, ocasionando un incremento en los costos de operación.

Durante el análisis las herramientas de gestión como árbol de causas, Pareto, matriz de criticidad, entre otros, se logró identificar y clasificar los equipos críticos, enfocando este estudio en ellos, utilizando el método de investigación del árbol de causas, este dio como resultado que las principales causas de la baja utilización están relacionadas con la operación de los vehículos.

Como aportes destacan que se obtuvo la clasificación de los equipos en críticos y no críticos, siendo los primeros los que se priorizaron en esta investigación. Adicional, el desarrollo del modelo de la servucción para la de prestación del servicio de mantenimiento, por medio de la metodología del blueprinting.

También se trabajó la operación de vehículos, que es un punto importante para garantizar la preservación de éstos que contribuye a cumplir el ciclo de vida completo, con lo cual los costos de mantenimiento se verán reducidos. Para ello, se desarrolló una matriz de capacitaciones.

Otro aporte que se debe resaltar fue identificar las oportunidades de mejora en la cadena de suministros de servicios y repuestos.

Es importante resaltar que se identificó la norma ISO 55000:14000 como una guía para el proceso de renovación de flota, la cual detalla los pasos que deben de seguirse en el proceso de manejo de los activos, para este caso los vehículos desde su adquisición hasta su salida de operaciones.

Como beneficios, se tiene directamente reducir las fallas por operación de los equipos, reducir el tiempo de duración de los servicios, tanto mayor como menor, iniciara con la renovación de la flota de transporte en los vehículos de mayor antigüedad, para lograr con todo esto incrementar la utilización de la flota en un 87 % con ello reducir los costos de arrendamiento.

En el proceso de investigación para llevar a cabo la estandarización de los servicios de mantenimiento que requiere la flota de transporte fueron identificadas oportunidades de mejora.

Al ser desarrolladas contribuyeron a mejorar la utilización que al inicio se tenía en 72 % y alcanzando el 87 %, se mejoró con ello la rentabilidad de la empresa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS AUXILIARES

Al inicio de la investigación, se encontró que el departamento de mantenimiento de transportes no tenía estandarizado los servicios que prestaba, no se contaban con procedimientos y se llevan a cabo de acuerdo con el criterio de los mantenedores, las cuales varían de acuerdo a experiencia que cada uno de ellos tiene. No se encontró ningún registro confiable de los servicios de mantenimiento que se realizan en los equipos, lo que dificulta llevar un historial de fallas y, sobre todo, cuantificar con certeza los costos de mantenimiento de las unidades.

Adicional a lo anterior, el promedio de vida del parque vehicular de Sidegua, tiene 15 años, en algunos casos superan el 1.5 millones de kilómetros recorridos, esto dificulta el proceso de mantenimiento, ya que los repuestos no se encuentran disponibles en el mercado, y en muchos casos se debe de modificar o fabricar localmente algunos componentes para que puedan seguir trabajando. Normalmente la mayoría de los vehículos de este tipo tiene como promedio de vida útil 10 años o 500,000 km.

En los últimos años, se han tenido problemas relacionados con la disponibilidad de la flota de transportes, lo que ha obligado a la subcontratación o arrendamiento de equipos sustitutos para cubrir las necesidades de los procesos de producción, donde estos vehículos participan. En concepto de arrendamiento, en el primer trimestre del año 2018 ha generado un impacto negativo en los costos de operación.

Situación que afecta la rentabilidad de la empresa, ya que en promedio se tuvo una utilización del 77 % para toda la flota de transporte.

Con base al problema antes descrito, se formularon las siguientes preguntas:

Pregunta central:

1. ¿Qué factores contribuyen a aumentar la disponibilidad de la flota de transporte?

Preguntas de investigación:

2. ¿Qué acciones se deben realizar para mejorar la utilización de la flota de transporte?
3. ¿Cómo se debe de estandarizar el servicio de mantenimiento en la flota de transporte?
4. ¿Cómo se mejoraría la rentabilidad de la empresa al tener un mantenimiento eficiente en la flota de transporte?

Se realizó un estudio del proceso de servicio de mantenimiento de la flota de transporte de Sidegua, durante el primer semestre del 2018, para tener dominio del sistema actual e identificar los puntos de mejora.

Este proyecto de investigación surge de la necesidad de mejorar las condiciones en que se presta el servicio de mantenimiento, lo cual traerá consigo un aumento en la utilización de los equipos, y por consiguiente, una reducción de los costos de operación.

Durante la fase de recolección de información, se obtuvo tanto con el apoyo de la empresa como de los colaboradores del departamento de mantenimiento de transportes, los cuales tienen el compromiso de mejorar la situación actual.

OBJETIVOS

General

Estandarizar los servicios del departamento de mantenimiento de transportes en la empresa Siderúrgica de Guatemala, S.A.

Específicos

1. Proponer acciones que permitan aumentar la disponibilidad de la flota de transporte.
2. Determinar un modelo para estandarizar el servicio de mantenimiento en la flota de transporte.
3. Evaluar los beneficios cuantificables y económicos que se obtendrán al aumentar la disponibilidad de la flota de transporte.

RESUMEN MARCO METODOLÓGICO

La investigación tiene un enfoque cualitativo-cuantitativo, dado que durante la recolección y análisis de la información se obtuvieron datos del tipo cualitativo y cuantitativo. Estos resultados fueron obtenidos por medio de la recolección de datos extraídos de entrevistas realizadas a los usuarios y registros contables de las áreas donde las unidades están asignadas.

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no se realizaron ensayos de laboratorio solamente se observaron y analizaron los servicios que se llevaron a cabo en el taller de mantenimiento automotriz.

El tipo y alcance son descriptivos, ya que solamente se describen y analizan los problemas por los cuales está atravesando la flota de transporte, para ellos se realizaron sesiones de trabajo, con diferentes departamentos, entre ellos producción, compras y bodega de repuestos, las cualidades de estos datos determinaron los beneficios de estandarizar los servicios de mantenimiento.

Las variables e indicadores que se utilizaron en la investigación son cualitativos y cuantitativos. Las cualitativas son referidas a la percepción y satisfacción que los clientes poseen sobre los servicios que presta el departamento de mantenimiento de transportes. Con respecto a los indicadores cuantitativos se refiere a los porcentajes de utilización que tuvo la flota de transporte, la duración de los servicios de mantenimiento realizados y calidad en la realización de los servicios.

Tabla I. **Indicadores**

Indicador	Meta	Cuantificación	Frecuencia de medición
Utilización	87 %	Tiempo que opero/tiempo programado para operar	Mensual
Duración de servicios	95 %	Tiempo en días de permanencia de los vehículos en el taller/tiempo establecido por servicio	Semanal
Calidad de los servicios	90 %	Cantidad de servicios efectuados sin reclamos/cantidad de servicios realizados	Semanal

Fuente: elaboración propia.

Este estudio de investigación se dividió en varias fases, las cuales tienen una secuencia lógica que facilita la estructuración, comprensión, desarrollo y recolección de resultados, fue importante ejecutar de esa forma para armar finalmente las propuestas que se presentaron.

Durante la primera fase de la investigación, se llevó a cabo una reseña historia de la empresa, desde su fundación. Se presentó la información general para tener una dimensión del tamaño de la organización y posteriormente se hizo una descripción de los principales procesos que se llevan a cabo y en donde intervienen los vehículos de transporte.

Dentro de esta fase también se realizó la recopilación de toda la base teórica en la cual se fundamenta esta investigación, se consultaron literatura sobre mantenimiento, *marketing*, administración de servicios, investigación de operaciones, ingeniería de métodos, calidad y norma ISO 55000:14000 que hace referencia a la gestión de activos.

La segunda fase realizó una clasificación de equipos y se determinó la criticidad de estos, estableciendo como prioridad realizar el estudio sobre los que fueron categorizados del tipo A. También se determinó por medio de los datos recolectados de enero a marzo 2018, la utilización que tuvieron los equipos críticos y los costos de arrendamiento en que se incurrieron durante ese período.

Posteriormente, se utilizó el análisis del diagrama de árbol de causas para determinar las oportunidades de mejora que tiene todo el proceso de mantenimiento dentro del departamento.

Para la construcción del árbol de causas y recopilación de información, se realizaron observaciones al proceso y entrevistas con el personal tanto del departamento de mantenimiento, producción, departamento de compras y bodega de repuestos, que son las áreas donde que intervienen de manera directa e indirectamente en el proceso de producción de servicios.

En la tercera fase, se realizaron las propuestas y acciones que tienen como objetivo mejorar la utilización de la flota de transporte, se evaluaron las causas raíz que surgieron en la fase anterior y para cada una de ellas, se realizó una propuesta que es factible y realizable.

En la cuarta fase, se discutieron los resultados que se pueden obtener si se llevan a cabo las propuestas planteadas, se trabajó sobre el escenario de aumentar en un 10 % la utilización actual y se logró determinar los beneficios que la organización puede conseguir con solo incrementar en este porcentaje la utilización, cabe resaltar que la empresa utilizada como *benchmarking* tiene una utilización del 95 % en su flota de transporte.

Para realizar el análisis estadístico de la presente investigación, se utilizó a toda la población, la cual consiste en 33 vehículos, tanto de carretera como fuera de carretera, los cuales conforman la flota de transporte del parque industrial.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los retos más importantes de las empresas para competir en el mercado donde se desempeñan es mejorar sus costos de operación, distribución y mantenimiento. Para esto se requiere que cada uno de estos procesos se encuentre estandarizado, el presente trabajo de investigación es una propuesta enfocada en la estandarización de los servicios de mantenimiento que se realizan en la flota de transporte de la empresa Siderúrgica de Guatemala, S.A.

La necesidad de estandarizar los servicios de mantenimiento surge con el incremento de los costos de mantenimiento y principalmente el aumento de los costos de arrendamiento de vehículos sustitutos a la flota de transporte, la baja utilización de la flota pone en riesgo la estabilidad de los procesos, donde los vehículos participan y afecta la rentabilidad de la empresa.

El trabajo de investigación fue dividido en varios capítulos, los cuales se describen a continuación:

El primer capítulo constituye el marco teórico, primero se realiza una reseña histórica, descripción de la empresa, su misión, visión, valores y los principales procesos de producción, donde la flota de transporte interactúa, complementando el capítulo con los conceptos y fundamentos de mantenimiento, análisis de operaciones, herramientas para el análisis y solución de problemas, definición de servicios y metodología *blueprinting*.

En el segundo capítulo, se encuentra el desarrollo de la investigación, se describe como se llevó a cabo la investigación.

En el tercer capítulo se da la presentación de resultados, se describe la situación en que se encontró el departamento de mantenimiento automotriz, cómo se clasificó los vehículos críticos, determinando los costos de arrendamiento y se estableció que la utilización de la flota era del 77 %.

También se responden los objetivos de la investigación, plasmando propuestas para aumentar la utilización, el modelo de la producción del servicio de mantenimiento y los beneficios que se obtendrán al aumentar a 87 % la utilización.

Y en el cuarto y último capítulo, se realiza la discusión de los resultados, para esto se llevó a cabo un análisis interno, donde se describen los logros, fortalezas y alcances y limitaciones de la investigación, los cuales contribuyen estabilizar el proceso de mantenimiento para la flota de transporte y aumentan la rentabilidad de la empresa. En el análisis externo se realiza la comparación con dos investigaciones previas realizadas, la primera basada en mantenimiento y la segunda en el área de servicios.

La investigación fue exitosa, ya que desde el inicio se contó con el aval de la empresa, proporcionando los recursos materiales, humanos y tecnológicos para que fueron requeridos para diseñar la metodología.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades de la empresa

Sidegua forma parte de la corporación Aceros de Guatemala, S.A., la cual desde 1953 se dedica a la fabricación de aceros y materiales de construcción, siendo líder y pionera en su ramo en el mercado centroamericano.

1.1.1. Historia

Sidegua, S.A., es el parque industrial siderúrgico más grande de Centroamérica. Se encuentra ubicado en Masagua, municipio del departamento de Escuintla de la república de Guatemala. Comenzó sus operaciones en 1994, con la planta de acería, cuyo objetivo es la producción de palanquilla de acero, que es utilizada como materia prima, para la fabricación de varilla corrugada, perfiles, pre armados y trefilados.

Sidegua, S.A., ha tenido un crecimiento a lo largo del tiempo, cuenta con 6 plantas de producción de:

- Palanquilla
- Varilla corrugada, alambón y varilla corrugada en rollo
- Perfiles
- Trefilados (clavo, grapa, alambre espigado, alambre galvanizado, alambre de amarre, malla ciclón)
- Pre armados (malla electrosoldada y varilla de alta resistencia)
- Corte y doble (servicio de productos en forma para la construcción civil)

En conjunto, se tiene una capacidad instalada de aproximadamente 1 millón de toneladas por año. Cuenta con un equipo de 1,100 colaboradores directos, cumpliendo adicionalmente con normativas ambientales y de seguridad industrial vigentes en nuestro país.

Cada planta cuenta con su propio laboratorio de control de calidad, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las normas internacionales y nacionales para ofrecer un producto confiable y de alta calidad.

1.1.2. Misión y visión

1.1.2.1. Visión

Somos un equipo comprometido a ofrecer soluciones integradas e innovadoras con productos de calidad y el mejor servicio para ser la preferencia de nuestros clientes, siendo socialmente responsables.

1.1.2.2. Misión

Crecer en forma sostenible para ser la opción número uno del cliente, a través de una cultura de excelencia y responsabilidad, generando un impacto positivo en los mercados donde actuamos.

1.1.3. Valores de la empresa

Nuestros valores nos identifican, diferencian de los demás y retan a ser mejores. A su vez, estos definen nuestra forma de ver las cosas, de pensar y actuar. Más que palabras, representan acciones diarias que determinan nuestro carácter e individualidad.

Los vivimos en nuestro trabajo, nuestro equipo, con nuestra familia, nuestras relaciones, en las comunidades y países donde AG influye positivamente. Estos son:

Buscamos ser los mejores, día con día: es el camino a la excelencia, el cual requiere disciplina, perseverancia y una visión clara del futuro.

Actuamos con transparencia y honestidad: hacemos lo que decimos y decimos lo que hacemos. Cumplimos nuestros compromisos, actuando siempre con apego a la verdad y la justicia.

Nos comportamos como dueños: tenemos una visión y misión compartida, firme y consistente con nuestras acciones individuales. Con nuestra fuerza hacemos grande a nuestra empresa y a nuestro entorno.

Amamos lo que hacemos: trabajamos con pasión, lealtad, actitud de servicio y sentido de pertenencia.

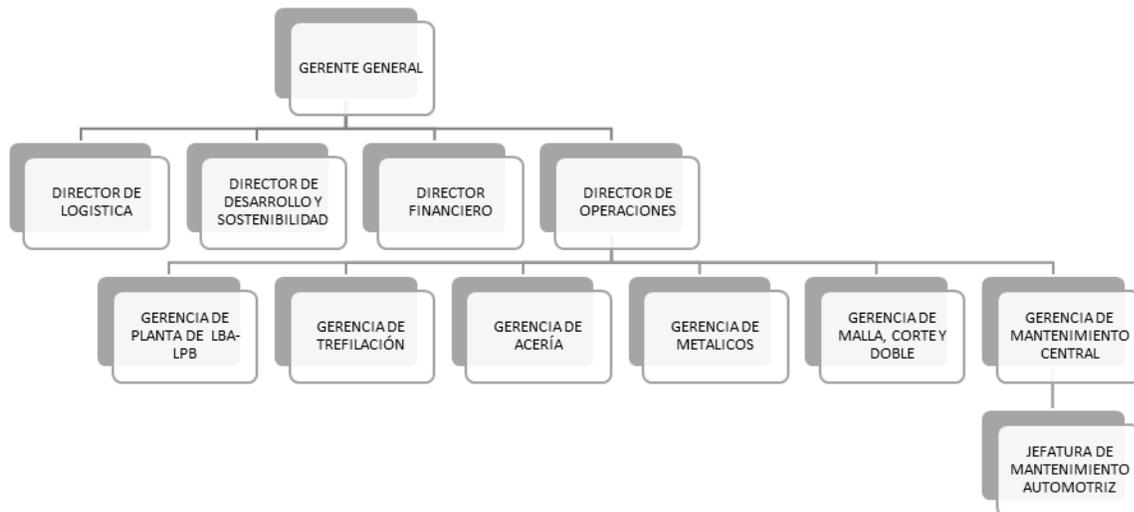
Respetamos a los demás y a nuestro entorno: nos caracteriza el trato digno y respetuoso. Este es el legado de nuestro fundador y es también el compromiso que dejamos para las futuras generaciones.

Construimos juntos un mejor futuro: como equipo vamos hacia adelante con paso de acero, generando valor para la empresa, la sociedad y el medioambiente de forma sostenible.

1.1.4. Estructura organizacional

La organización jerárquica de Sidegua, se muestra en la figura 1:

Figura 1. **Esquema organizacional de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

1.1.5. **Clasificación de áreas productivas**

Como ya se explicó anteriormente, Sidegua es un parque industrial dentro del cual se llevan a cabo diferentes procesos de producción.

1.1.6. **Procesos de producción**

- Se inicia con el proceso de recolección de chatarra

Es la materia prima utilizada para la obtención del acero, a través del horno eléctrico de arco, diariamente ingresan al patio alrededor de 1000 toneladas de chatarra.

Las cuales provienen de proveedores seleccionados, tanto nacionales como internacionales, la cual es sometida a un riguroso control e inspección, para garantizar la calidad del producto terminado. En este proceso se emplean los camiones de 10 ton y cabezales de 30 ton.

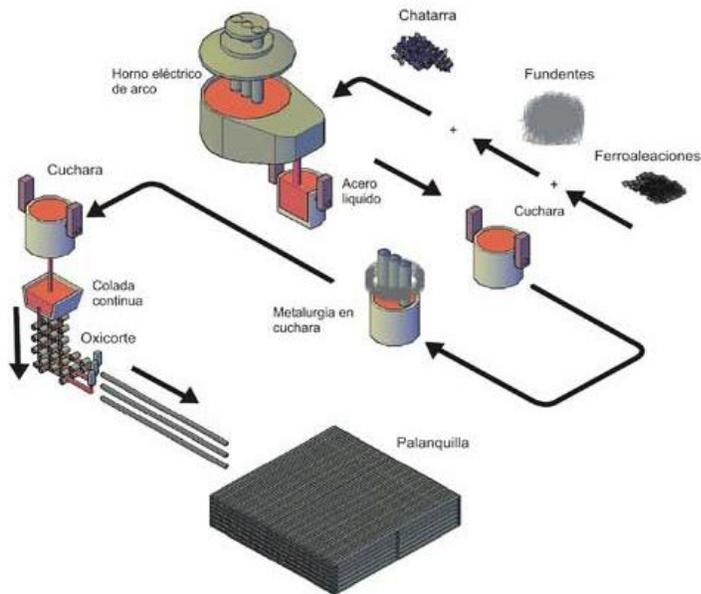
- Proceso de acería

La planta de acería cuenta con dos hornos (el horno eléctrico de arco - EAF- y el horno cuchara -LF-) y una máquina de colada continua para la producción de palanquillas de acero, la figura 2 resume el proceso de acería.

Para esta parte del proceso se emplean un montacargas especial de 4 ton en la parte del honro EAF, se emplea un minicargador de ½ ton para la limpieza de la sala de humos y 2 montacargas de 3 ½ ton, los cuales abastecen los insumos que el proceso requiere apoyados por un camión de 10 ton.

Para la evacuación del producto terminado de la acería utilizan 1 montacargas de 15 ton y 2 de 10 ton, los cuales tienen características especiales para el manejo de la carga en caliente.

Figura 2. **Fabricación de palanquilla de acero**



Fuente: Aceros de Guatemala. *Fabricación de palanquilla de acero*. Recuperado de www.acerosdeguatemala.com.

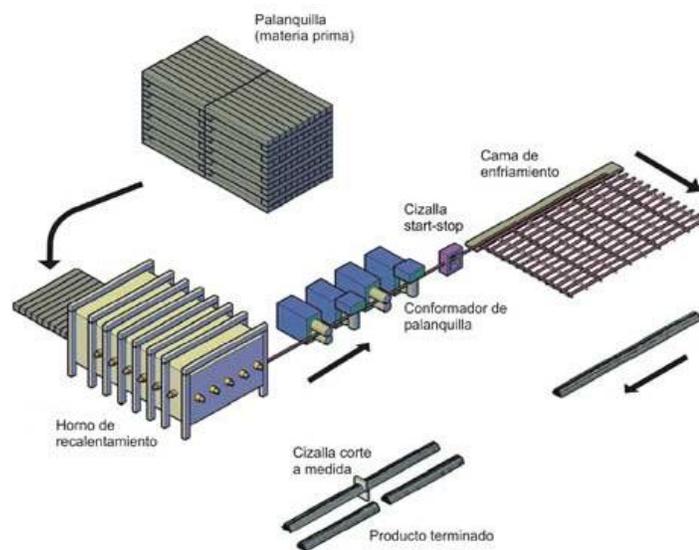
- Planta de laminación de barras y alambrón

El proceso de fabricación de productos laminados consiste en el calentamiento de palanquillas de acero al carbono de sección cuadrada, que se obtienen por medio del proceso de colada continua.

Posteriormente se hacen pasar por cajas de laminación, que son básicamente una pareja de cilindros girando en sentido contrario uno respecto del otro, sometiéndolas a un proceso de "conformación mecánica", reduciendo su área sucesivamente en cada paso. Finalmente, se obtiene productos terminados como: barras corrugadas, alambrones y perfiles.

En esta parte del proceso se usan tres montacargas de 5 ton para evacuar la chatarra que se genera del proceso, también se emplean 4 montacargas de 10 ton para la evacuación de alambrón.

Figura 3. **Proceso de laminación de LBA**

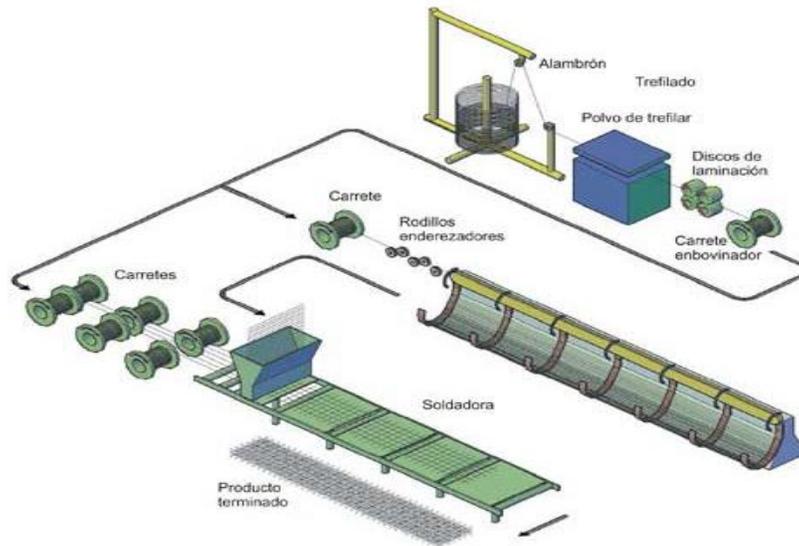


Fuente: Aceros de Guatemala. *Proceso de laminación de LBA*. Recuperado de www.acerosdeguatemala.com.

- Planta de malla electrosoldada

La fabricación inicia con el proceso de trefilado, el cual consiste en laminación o estirado en frío de alambres, mediante este estirado se le reduce el diámetro y se modifica su estructura, de manera que el acero obtenido alcance las características mecánicas requeridas por las normas de calidad. Al finalizar esta etapa del proceso, por medio de rodillos especiales se talla la corruga necesaria para su utilización en el armado de hormigón.

Figura 4. **Proceso de malla electrosoldada**



Fuente: Aceros de Guatemala. *Proceso de malla electrosoldada*. Recuperado de www.acerosdeguatemala.com.

Para este proceso se emplean únicamente un montacargas de 10 ton, el cual suministra de materia prima a las enderezadoras de alambón.

1.2. **Mantenimiento**

Según Figueroa (2010), el mantenimiento son todas las tareas que se llevan a cabo en los equipos para que estos cumplan con el objetivo por el cual fueron diseñados. Salguero (2007), añade que el mantenimiento es una actividad humana que tiene como objetivo prestar el servicio con una calidad definida de acuerdo con las especificaciones de los equipos.

Por su parte, Cruz (2007), expone y complementa a los dos autores anteriores indicando que el mantenimiento tiene muchas definiciones.

Las cuales varían en función de la actividad, alcance y rama de la empresa, y que pueden variar de acuerdo con el momento en que se da la falla, pero que todas tienen la finalidad de mantener a los equipos en operación.

Por tanto, desde sus inicios el mantenimiento ha sido una herramienta que el hombre ha encontrado para operar de forma continua un equipo, actualmente se han sumado las necesidades de realizarlo al menor costo y buscando minimizar su impacto en el medio ambiente en el cual se realiza.

1.2.1. Tipos de mantenimiento

Conforme el mantenimiento ha evolucionado, se han creado diferentes tipos, los cuales están asociados con evolución de la organización, requerimientos de calidad y avances tecnológicos, siendo éstos los siguientes:

1.2.1.1. Mantenimiento correctivo

Para Salguero (2007), Cantoral (2009), y Figueroa (2010), este es un mantenimiento que se realiza cuando la calidad del servicio que presta un equipo, que ya se ha perdido, es decir, se produce de manera reactiva únicamente cuando ocurre una falla. Siendo el mantenimiento que mayores costos genera, ya que cuando se presenta interrumpe por completo el proceso donde el equipo interviene, generando con ellos desperdicios, tanto de materia prima, insumos y mano de obra.

El mantenimiento correctivo se origina en el momento en que se produce una falla en el equipo y esta le impide seguir operando en las condiciones para las cuales fue diseñado.

En otras palabras, el mantenimiento correctivo es el que se da cuando la máquina ha fallado y se ha visto interrumpido el proceso en el cual participa.

1.2.1.2. Mantenimiento preventivo

Según Salguero (2007), y Figueroa (2010) plantean este tipo de mantenimiento como aquel que se ejecuta para proteger a los equipos de fallas. Por mucho tiempo, en la industria se consideró a este mantenimiento como el óptimo, siendo el que mayores beneficios tenía para las empresas.

Por su parte, Cantoral (2009), resalta que el objetivo de este mantenimiento efectivamente era buscar fallas con antelación y que se desarrollaba a través de un programa de actividades definidas, actualmente con los avances tecnológicos en el campo de mantenimiento, ha sido desplazado y muchas organizaciones han redirigido sus esfuerzos para evolucionar a la siguiente etapa que es el mantenimiento predictivo.

En consideración a lo antes expuesto, el mantenimiento preventivo es aquel que se lleva a cabo en los equipos de manera planificado, con anticipación a las fallas normalmente se realiza en intervalos ya definidos, los cuales pueden ser horas, kilómetros, o cantidad de producto elaborado. En muchos casos, estos los define el fabricante de los equipos o son tomados con base a los conocimientos técnicos o experiencia del proceso.

1.2.1.3. Mantenimiento predictivo

Para Figueroa (2010), y León (2018), este mantenimiento aplica tanto para el área eléctrica como mecánica y se basa en la utilización de instrumentos de medición.

Los cuales tienen un control permanente sobre los equipos donde se encuentran instalados y consiste en llevar revisiones programadas para verificar la condición de los equipos e intervenir antes que presente una falla.

Porras (2018), agrega que las mediciones pueden ser del tipo cuantitativa (realizada con un instrumento) y cualitativa (realizada con base a la experiencia y conocimientos del técnico que realiza la inspección), agregando que uno de sus beneficios es que el mantenedor puede detectar una falla de forma prematura, lo que le facilitará poder planificar y preparar las intervenciones que sean necesarias.

Por lo tanto, el mantenimiento predictivo es programado y planificado que se basa en las condiciones en que trabaja el equipo, lleva el monitoreo y comportamiento de los equipos en el transcurso del tiempo, generando tendencias, las cuales ayudan a identificar el nacimiento y crecimiento de una falla.

De acuerdo con la experiencia los mantenimientos predictivos básicos que se llevan en la mayoría de las industrias son:

- Análisis de aceites
- Termografía
- Medición de vibraciones
- Ensayos no destructivos
- Resonancia
- Ultrasonido
- Boroscopía
- Técnica VOSO

1.2.1.4. Mantenimiento proactivo

Según León (2018), define este mantenimiento como aquel en el que gira en torno a la colaboración, trabajo en equipo, solidaridad y sensibilización de los que participan en todo el proceso de mantenimiento. En este mantenimiento siempre existe una planificación y es fundamental que los participantes asuman su rol.

Por su parte, Figueroa (2010) y Berreondo (2015), explican que este mantenimiento se basa mucho en las responsabilidades que recaen sobre las personas que participan en el mantenimiento, haciendo mucho énfasis en la autonomía de cada uno de los integrantes para la planificación y ejecución del mantenimiento. Presentan este mantenimiento como una nueva tendencia de evolución del mantenimiento predictivo y que a diferencia de este no se trata solamente de detectar la falla con anticipación, sino que se enfoca en atacar la causa raíz de estas.

Tomando en consideración lo anterior, se puede decir que el mantenimiento proactivo es aquel en donde todos los miembros del equipo desde la gerencia hasta el operador se involucran directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento. Importante que todos los que se involucran en el proceso se adueñen de la parte que les corresponde, planifiquen y ejecuten los programas de mantenimiento para cada equipo y busquen la mejora continua en los equipos y, en general en el mantenimiento. Mas allá de ejecutar toda la estrategia de mantenimiento, el éxito de esta clase consiste en erradicar las fuentes de falla en los equipos.

1.3. Normas de seguridad en el mantenimiento

Hernández (2007), explica que las normas básicas de seguridad son un conjunto de medidas destinadas a proteger la salud, prevenir accidentes y promover el cuidado de las instalaciones, equipos y sobre todo del personal que ejecuta las labores de mantenimiento. Cansinos (2015), complementa el concepto exponiendo que la organización debe desarrollar procedimientos y mecanismos que reduzcan los accidentes y enfermedades ocupacionales y que de todo esto la más favorecida será la organización, ya que con la aplicación de la seguridad industrial la organización se ve favorecida incrementando su productividad y reduciendo sus costos.

Como complemento, Porras (2018), agrega que cuando ocurre un accidente laboral se ve afectado el ambiente laboral, lo que afecta el rendimiento de los colaboradores y por lo tanto, las utilidades de la empresa, en algunos casos motiva al colaborador a migrar en busca de mejores condiciones laborales.

La seguridad industrial debe ser uno de los primeros aspectos que toda organización debe considerar para obtener resultados satisfactorios, ya que tener un accidente dentro de la organización afecta directamente el clima y ambiente laboral, lo que se refleja en bajo rendimiento de los colaboradores.

Es fundamental tener un sistema de gestión de seguridad en la organización que debe enfocarse y dirigirse principalmente a los colaboradores para mantenimiento no es una excepción. Y no solo debe basarse en los accidentes, también debe enfocarse en las enfermedades degenerativas y las ocupacionales que muchas veces se ignoran y que pueden desencadenar un accidente, convirtiendo vulnerables los sistemas de gestión de seguridad.

1.4. Presupuestos para mantenimiento

Para Marroquín (2007) y Hernández (2007), el presupuesto como es una técnica que se utiliza para planificar y controlar todas las operaciones de mantenimiento en el área financiera, siendo la base fundamental de una organización, sobre la cual se disponen los recursos financieros en un determinado tiempo y para alcanzar objetivos específicos.

Como complemento, Cruz (2007), añade que un presupuesto para mantenimiento es una proyección sobre la cual, se obtendrán los recursos y medios para ejecutar todas las tareas de mantenimiento que tienen como objetivo preservar

Los presupuestos son una proyección de los gastos y costos que se tendrán dentro de la organización, y que como objetivo tiene que cumplir con la meta que fue establecida de acuerdo con el margen de utilidad que se tiene, normalmente se desarrolla de forma anual, pero existen empresas que lo manejan semestral, trimestral, todo va en función del tipo de organización.

1.4.1. Elaboración de presupuestos

Según Marroquín (2007) y Vásquez (2012), exponen que hay tres formas de laborar un presupuesto y que son en función de las necesidades y actividad de la organización, siendo estos los siguientes: periódicos, flexibles y por escalones.

Dentro del presupuesto se debe de tener claras las asignaciones que se realizan para cada rubro, los cuales deben estar alineados con los objetivos de

la organización. También es importante tener información del entorno y utilizar la experiencia para lograr que los resultados sean exitosos.

Por su parte, Wireman (2011), explica que dentro de la organización existen varios presupuestos, es decir, debe existir un presupuesto para *marketing*, para producción, almacenamiento, distribución y ventas y que en conjunto integran el maestro de la organización, de esta forma es posible controlar la ejecución de este, logrando detectar las variaciones de manera rápida para actuar de forma oportuna.

Por lo tanto, la realización del presupuesto es importante para toda la organización, se debe contar con información precisa y exacta, evaluar factores tanto internos como externos que pueden afectar la proyección de gastos e ingresos que tendrá la organización, las metas y objetivos en los cuales se basa el presupuesto deben de ser reales y debe emplearse la experiencia y conocimiento de la industria en la cual la organización se desarrolla.

1.5. Herramientas de análisis para solución de problemas

Existen diversas herramientas que se emplean para la solución de problemas, para desarrollar un plan de mantenimiento, las cuales se presentan a continuación.

1.5.1. Análisis FODA

Boland (2007), explica que es una herramienta que permite realizar una evaluación de los ambientes que afectan a la organización siendo estos el interno y externo, el FODA significa: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Ambiente externo:

- Oportunidades: Son acciones que la organización puede utilizar para beneficiarse si las identifica y aplica de forma oportuna.
- Amenazas: es todo lo que puede afectar a la organización en su desempeño y sus esfuerzos deben enfocarse en mitigarlas o eliminarlas.

Ambiente interno:

- Fortalezas: constituyen los puntos fuertes de la organización y sobre cual se basa la ventaja que puede tener sobre la competencia.
- Debilidades: Se refiere a los aspectos que ponen en desventaja a la organización, al estar bajo su control debe trabajarse para reducirlas o eliminarlas.

Charles (2009), expone que el análisis FODA, es una herramienta de planeación estrategia que las organizaciones utilizan ya sean gubernamentales, o privadas, que también pueden pertenecer a los sectores industrias, no industriales, de lucro o sin fines de lucro, esta herramienta se divide en dos categorías de análisis, el interno siendo estos las fortalezas y debilidades; mientras que en el análisis externo se deben evaluar las oportunidades y amenazas. El FODA es una herramienta ampliamente utilizada en los negocios y se emplea básicamente en la etapa de diagnóstico.

Fred (2003), inicia su análisis describiendo la importancia de la planeación y dirección estratégica, las cuales son las rutas que las organizaciones establecen para lograr los objetivos y metas. Inicia con la definición de misión, visión.

Para luego centrarse en el FODA, haciendo una clasificación entre las oportunidades y amenazas, las cuales clasifica de tipo externo, explicando que son sucesos, sociales, culturales, económicos, políticos, legales y tecnológicos que pueden afectar o beneficiar a la organización. Y en cuanto a las fortalezas y debilidades son internas que pueden controlarse y que miden la eficiencia de la organización.

El análisis FODA es una herramienta que realiza una evaluación de los factores que influyen en los objetivos de la organización, se dividen en dos grandes grupos externos, los cuales no se encuentran bajo el dominio de esta, e internos que son los que, si tiene control, juntos contribuyen al desarrollo de estrategias y toma de decisiones por lo cual es crucial que este análisis sea real y actualizado.

1.5.2. Análisis de Pareto

A criterio de Evans (2008), expresa que este diagrama debe su nombre al economista italiano Wilfredo Pareto, en su estudio demostró que el 85 % de la riqueza del país se encontraba en manos del 15 % de la población. Esta herramienta gráfica busca ordenar las características observadas de la frecuencia mayor a menor, por medio de un histograma. Aunque se conoce como Pareto fue Joseph Juran, quien popularizó la herramienta.

Como complemento, Cansino (2015), refiere que el diagrama de Pareto está basado en un principio en el que todos los factores y efectos contribuyen a un mismo efecto; solamente algunos pocos contribuyen en mayor parte a este. Explica que el 80 % de los problemas se pueden solucionar si se atiende el 20 % de las causas.

Adicionalmente, Contreras (2015), hace referencia al diagrama de Pareto como herramienta utilizada para un proyecto o grupos de mejora de la calidad en los procesos o bien para la gestión diaria que se lleva a cabo en una organización.

También explica que se trata de comparar dos grupos de factores que influyen en un efecto, siendo estos los vitales (pocos, pero muy importantes) y los triviales (muchos, pero de poca importancia).

Por tanto, se puede añadir que el diagrama de Pareto es un método de análisis gráfico, ampliamente utilizado en el proceso de control y mejora de la calidad. Por medio del cual se determina que el 80 % de los problemas que afronta un proceso se pueden solucionar si se ataca el 20 % de las causas, allí radica la importancia de realizar una correcta clasificación entre las causas triviales y causas raíz que son las que realmente se debe priorizar en su tratamiento para mejorar los procesos. Actualmente existen herramientas informáticas que permiten de desarrollar el diagrama como Excel, por ejemplo.

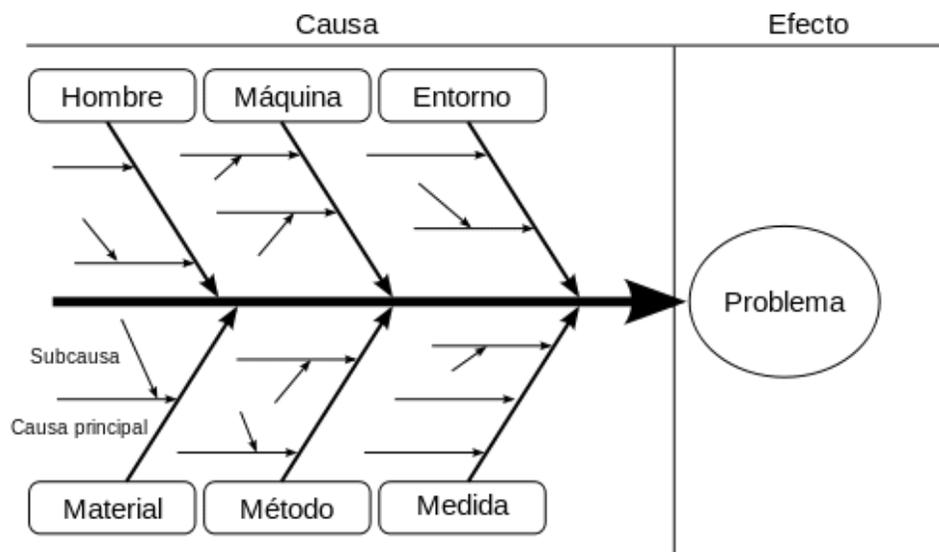
1.5.3. Diagrama de causa efecto

De acuerdo con los razonamientos de Contreras (2015), el diagrama causa y efecto también conocido como espina de pescado o Ishikawa.

Es una herramienta gráfica ampliamente utilizada para el análisis y solución de problemas.

En el plano horizontal se presenta el problema que se analizar y en las líneas en forma de espina se van agregando las causas que originan el problema, siendo las más usadas (mano de obra, ambiente, maquinas, procedimientos, entre otros).

Figura 5. **Diagrama de causa y efecto**



Fuente: Gestión de operaciones. *Diagrama de causa y efecto*. Recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>.

Por su parte, Cansino (2015), expone que el diagrama de Ishikawa tiene como objetivo relacionar un efecto (problema) con todas sus causas, explica que el nombre diagrama de Espina de Pescado.

Resalta que en la cabeza se coloca el problema o efecto que se analiza y luego se traza una línea principal sobre la que descansan las espinas principales, donde a su vez, se colocan todas las causas que se relacionan con el problema (espinas secundarias), no existe un número determinado de espinas primarias o secundarias se colocan de acuerdo con el problema que se analiza.

Evans (2008), narra que Kaoru Ishikawa introdujo este método gráfico para que de forma sencilla se pueda presentar la cadena de causas y efectos. Expone que este diagrama se genera con una lluvia de ideas, donde todos participan y por la tanto, se sienten parte de importante para solucionar el problema, comúnmente se designa a un moderador, el cual posee experiencia para dirigir al equipo que se integra para analizar y solucionar un determinado problema.

Se concluye que el diagrama de Ishikawa o espina de pescado es un método grafico para el análisis y solución de problemas, actualmente es uno de los más utilizados por las organizaciones, aunque sus inicios fueron para el control de la calidad, dada su versatilidad se utiliza en diferentes ramas como procesos, calidad, seguridad industrial y mantenimiento.

Una clave del éxito de esta herramienta es que para su aplicación se utiliza un grupo de personas de diferentes disciplinas y por medio de la lluvia de ideas en la que todos participan se desarrolla y al verse involucrado el grupo, se logran obtener soluciones puntuales a los problemas que se estudian.

1.5.4. Árbol de causas

A criterio de Cabrera (2012), es una técnica que data de los años 70 y que fue creada por Robert Villate, para mejorar las condiciones de trabajo, inicialmente su aplicación fue para la investigación de accidentes laborales y que se fundamentaba en el análisis retrospectivo de las causas, partiendo de un accidente que ya había sucedido, su representación es en forma gráfica, derivado del análisis se podrán tomar acciones para impedir que el accidente vuelva a ocurrir.

Por su parte, Rodríguez (2012), expone que es un método que se utiliza en la investigación de accidentes y que sigue una secuencia lógica, la cual va retrocediendo en el tiempo hasta encontrar las causas que han provocado las fallas y sus consecuencias. El método se basa en la concepción de que existen varias causas las que originaron el accidente o falla. Este método no sustituye las demás técnicas de investigación, por el contrario, se une a ellas para encontrar el origen de los accidentes.

Para Oslan (2005), consiste en un método de investigación que se encuentra muy extendido y que consiste en una representación gráfica de la cadena de sucesos que han antecedido a un accidente o falla, lo que ayuda a identificar las causas de cada que origino cada una de las fallas. Esto ayudará a prevenir futuras fallas similares y a eliminar las causas que las originan. Para que el método funcione es importante la recolección y procesamiento de los datos. La información que se plasme en la investigación debe ser certera.

Por lo tanto, el método del árbol de causas se utiliza para la investigación en muchos campos el mantenimiento no es la excepción.

Este método es gráfico y se realiza partiendo de una falla que ya se presentó en el equipo, su objetivo es eliminar y prevenir esas fallas, durante su desarrollo es importante utilizar dos cuestionamientos:

- ¿Qué fue lo que tuvo que suceder para que ocurriera la falla?
- ¿Existe algo más que pueda generar esta falla?

1.6. Análisis de operaciones

Martínez (2007), describe el análisis de operaciones como todas aquellas actividades y métodos que se emplean para estudiar un proceso determinado, como equipos, métodos, herramientas y recurso humano. Todo esto se realiza para optimizar los procesos ya existentes. Para ello utiliza herramientas como diagrama de operaciones, diagrama hombre-máquina, diagramas mano derecha mano izquierda, entre otras.

Niebel (2009), refiere que el análisis de operaciones es utilizado para estudiar todos los elementos que intervienen en el proceso sean o no productivos, que ayudan a incrementar la utilización de los recursos, reducen los costos y tienen un impacto directo y positivo en la calidad de los productos o servicios que se realizan. Hace referencia a la utilización de diagramas de flujo y a la presentación de resultados de forma gráfica. Este proceso conlleva el planteamiento de preguntas clave para desarrollar el análisis y tener claridad de los objetivos que se quieren plantear con el análisis.

García (2005), expone que este análisis se basa en el estudio de la interacción del hombre, la máquina, el medio ambiente y las herramientas que se pueden utilizar en un determinado proceso.

Tiene como objetivo racionalizar los recursos sin que ello signifique sacrificar el proceso, sino todo lo contrario busca elevar el nivel de eficiencia del trabajo realizado.

Por lo tanto, el análisis de operaciones tiene como objetivo mejorar el trabajo que se realiza en las distintas unidades de una organización, para ellos se centra en algunos factores que están presentes y que tienen una influencia directa en los resultados.

Por ejemplo, herramientas que se utilizan en el proceso, el medio ambiente en el que se desarrolla la actividad, procedimientos que se llevan a cabo, mano de obra que interviene en el proceso, el equipo y tecnología utilizados, todo con el objetivo de hacer eficiente el trabajo reduciendo con ello los costos y mejorando la calidad.

1.7. Reducción de costos

Wireman (2011) y Marroquín (2007), consideran que la importancia que tiene el costo de mantenimiento, el cual debe ser acorde a las necesidades de los equipos y del proceso en el que participan. Por ello es importante que el departamento de mantenimiento haga una estimación y planificación en función de los costos y que estos que sean aplicados en los equipos a los que se les preste servicio, ya que esto puede afectar a la organización en general, expresan que el no efectuar un mantenimiento correctamente puede implicar un costo mayor para la organización, ya que el proceso se verá afectado aleatoriamente.

Por su parte, Vásquez (2012), plantea la importancia que tiene el seguimiento a los costos de mantenimiento, refiere que los costos deben de quedar presupuestados de forma anual y mensual, el seguimiento a los desvíos es importante para que estos no afecten de al flujo de efectivo de la organización.

Por consiguiente, los costos de mantenimiento deben orientarse y manejarse de acuerdo con un plan de mantenimiento, el cual debe ejecutarse de forma planificada y ordenada, todo esto ayudará a reducir los costos para la organización, ya que garantizará que los equipos siempre este en disponibilidad de ser operados en los momentos que se requieran.

Las tendencias en todas las industrias son la reducción de costos lo que conlleva la puesta en marcha de prácticas nuevas y se impulsan proyectos de mejora en busca de eliminar o reducir los costos, todo ello requiere un conocimiento y análisis detallado de los procesos, políticas y métodos que tiene la organización.

1.8. Definición de servicios

Bajo su experiencia Duarte (2004), refiere que en la literatura existen muchas definiciones de lo que es un servicio y que muchos de autores aún no logran llegar a un acuerdo; sin embargo, menciona que un servicio posee un grado de intangibilidad que se puede realizar sobre una persona, cosa u objeto y que altera la condición de estos.

En su obra, Kotler (1999) y Lovelock (1997) concuerdan en que un servicio es un beneficio que se puede ofrecer entre dos partes, que básicamente es intangible no es posible poseerlo y establece que no siempre se trata de un producto físico, ya que puede incluir procesos y activos intangibles.

Por lo antes expuesto, se puede definir que un servicio es una actividad que tiene por objetivo satisfacer las necesidades de una persona a la que se puede llamar cliente. Básicamente es intangible y que no necesariamente el resultado final es un producto físico.

1.8.1. Características de los servicios

A criterio de Duarte (2004), expone que los servicios tienen algunas diferencias que los hacen distintos a los productos físicos. Resalta que las características pueden ser vistas desde la perspectiva de los clientes, de la empresa, del sector donde se desarrollan y de los mercados donde participan.

Según Lovelock (1997), los servicios poseen características que se relacionan directamente con el cliente, a los cuales les asigna tres atributos, el primero es el de búsqueda, el segundo es de experiencia y el tercero refiere a creencias.

Por su parte, Elche (2005), define que 4 tipos de rasgos en los servicios y aclara que pueden variar de acuerdo con la actividad que desarrolla la empresa, siendo estos: intangibilidad, simultaneidad, caducidad, heterogeneidad.

Tabla II. **Clasificación de servicios y bienes industriales**

	SERVICIOS	BIENES INDUSTRIALES
INMATERIALIDAD	Naturaleza inmaterial	Naturaleza material
	Elevado contenido en información	Menos contenido en información
	No mostrable antes de la compra	Se puede demostrar antes de comprarlo
	El acto de la compra no implica propiedad (los servicios no se pueden revender)	La propiedad del producto se puede transferir con el acto de la compra
	Importancia de los factores organizativos	Relativamente menos importante la organización
SIMULTANEIDAD	Simultaneidad de la producción y el consumo (coinciden en tiempo y espacio)	El proceso de producción y el consumo pueden estar separados en tiempo y espacio
	Participación del consumidor en el proceso de producción y distribución	El consumidor no interviene en el proceso de producción
	Importancia de los recursos humanos	Menos importantes los recursos humanos
CADUCIDAD	Los servicios no son almacenables	Los productos tangibles se pueden almacenar
	Los servicios no son transportables	Los productos tangibles se pueden transportar
	La compra precede a la producción y consumo	Primero se produce, luego se compra y después se consume
HETEROGENEIDAD	Heterogeneidad derivada de que el servicio es un acto, cada transacción es diferente	El producto está estructurado y codificado, se pueden fabricar productos homogéneos
	Dificultad para diferenciar el proceso de producción del proceso	El producto es fácilmente diferenciable del proceso

Fuente: Hortelano. (2004). *La innovación en los servicios*.

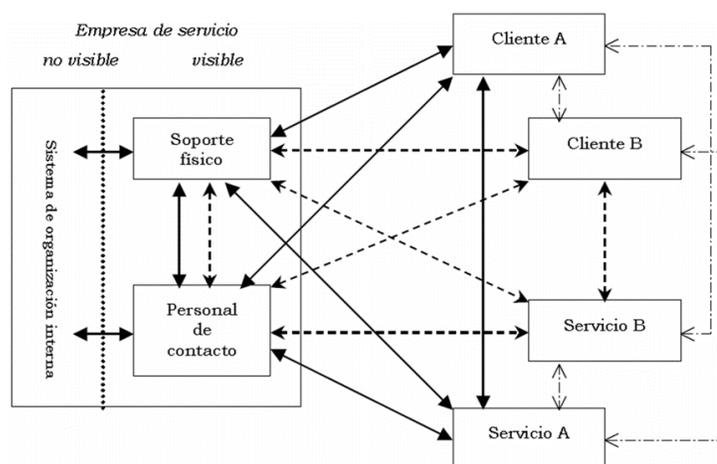
Por lo tanto, los servicios poseen características y rasgos propios que se basan en los clientes, el mercado donde se ofrecen, el sector al que se dedica la empresa, estas características son rasgos que los hacen propios.

1.8.2. Generación de servicios

El proceso de producción de un servicio, como ha sido expuesto posee rasgos y características distintas a las de un producto físico, aun cuando poseen algunas características en común.

Elche (2005), refiere que debido a esto surgió la necesidad de diferenciar ambos procesos de producción, tanto de un servicio como de un producto tangible, por tal razón, Eiglier y Langerard (1989) definieron este proceso bajo el nombre de servucción, el cual fue ampliamente aceptado por la comunidad científica.

Figura 6. Proceso de servucción



Fuente: Hortelano. (2004). *La innovación en los servicios*.

Los principales elementos de la servucción son los siguientes:

- Cliente
- Soporte
- El personal de contacto
- El servicio
- El sistema de organización interna de la empresa de servicios
- Los demás clientes

1.8.3. Clasificación de servicios

Lovelock (1997), presenta la clasificación de los servicios en cuatro grupos, como se muestra en la tabla III.

Tabla III. Clasificación de servicios

Naturaleza del servicio	Personas (reciben el servicio)	Posesiones (reciben el servicio)
Acciones tangibles	<u>Servicios dirigidos al cuerpo de las personas:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte de pasajeros ▪ Cuidado de la salud ▪ Hospedaje ▪ Salones de belleza ▪ Terapia física, gimnasio ▪ Restaurantes y bares ▪ Peluquería ▪ Servicios funerarios 	<u>Servicios dirigidos a posesiones físicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte de carga ▪ Reparación y mantenimiento ▪ Servicio de limpieza de oficinas ▪ Distribución al detalle ▪ Lavandería ▪ Servicio de gasolina ▪ Jardinería ▪ Eliminación y reciclaje de desechos
Acciones intangibles	<u>Servicios dirigidos a la mente de las personas: (convertibles en bits)</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Publicidad y relaciones públicas. ▪ Arte y entretenimiento ▪ Transmisión de TV por cable ▪ Consultoría en dirección de empresas ▪ Educación ▪ Conciertos musicales ▪ Psicoterapia, religión ▪ Buzón de voz 	<u>Servicios dirigidos a activos intangibles:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contabilidad ▪ Banca ▪ Procesamiento de datos ▪ Seguros y servicios legales ▪ Investigación ▪ Programación ▪ Inversión en valores ▪ Consultoría de software

Fuente: Lovelock. (2009). *Mercadotecnia de servicios*.

Elche (2005), refiere que los criterios para clasificar los servicios son diversos y que ello ha generado muchas clasificaciones. El criterio utilizado por la mayoría para clasificar los servicios ha sido el tipo de transformaciones o modos de crear valor en la economía, de los cuales resaltan tres grandes sectores, en el primero se encuentran las actividades agrícolas y de extracción de materias primas de la naturaleza; segundo están las empresas que transforman las materias primas en productos tangibles, y en el tercer sector se encuentran todas las empresas de servicios.

Por su parte, Miles (1996), realiza la clasificación de los servicios en tres grupos: siendo el primero aquellos que se enfocan en aspectos físicos; el segundo se base en las necesidades de las personas, y el tercero está dirigido al manejo de la información como se presenta en tabla IV.

Tabla IV. **Clasificación de servicios por grupos**

	SERVICIOS FÍSICOS	SERVICIOS PERSONALES	SERVICIOS DE INFORMACIÓN
SECTOR PÚBLICO		-Servicios de asistencia social -Hospitales -Salud -Educación	-Servicios públicos del Gobierno -Radiodifusión
CONSUMIDOR FINAL	-Servicios domésticos -Catering -Comercio minorista	-Peluquerías	-Servicios de entretenimiento
MIXTO	-Servicios de correo -Lavanderías -Hoteles -Reparación		-Inmobiliarias -Telecomunicación -Bancos -Aseguradoras -Servicios jurídicos
CONSUMIDOR INTERMEDIO	-Comercio mayorista -Distribución física y almacenaje		-Ingeniería y arquitectura -Contabilidad -Servicios profesionales

Fuente: Hortelano. (2004). *La innovación en los servicios*.

Por lo tanto, no existe una clasificación estándar de los servicios, cada autor lo hace incluyendo los factores que considera importantes para sus procesos, algunos los toman como punto de partida la naturaleza y tipo de servicios y otros, por ejemplo, las necesidades y requerimientos de los clientes.

1.8.4. Calidad de los servicios

Para Duarte (2004), en un producto la calidad está presente durante todas las fases de producción; sin embargo, en un servicio la calidad solamente se puede ver reflejada en la entrega de este y que conlleva la interacción directa entre el cliente y el personal de contacto con la empresa de servicios. El cliente desempeña un papel importante en la realización del servicio, ya que afecta directamente el proceso y por tanto la calidad.

Díaz y Pons (2009), refieren que el concepto de la calidad de un servicio ha ido evolucionando de forma considerable, anteriormente la calidad se concretaba en la realización y aceptación de un servicio bajo ciertas especificaciones establecidas, tratándose como de la misma forma que la calidad de un producto. Exponen además que ahora el cliente en el servicio es juez y evaluador.

Como referencia, Patzán (2012), expone que se tiene una base empírica y teórica sobre la calidad de un servicio recibido; sin embargo, no es posible seguir con esos conceptos ya que la calidad de una organización debe enfocarse en mejorar sus procesos y satisfacer las necesidades de sus clientes.

La calidad en los servicios evoluciona constantemente, conforme el cliente cambia o eleva sus expectativas y necesidades, lo que ha obligado a las organizaciones a evolucionar y mejorar sus sistemas y procesos.

1.9. Método *blueprinting*

A criterio de Patzán (2012), el método *blueprinting* consiste en la planificación y organización de los componentes, personas, infraestructura, comunicaciones y materiales, con el objetivo que mejorar la calidad y la interacción entre el cliente y el proveedor del servicio.

Resalta que las organizaciones deben rediseñar sus actividades en la prestación del servicio, incluyendo tiempo y espacio para competir en el sector de los servicios, el cual es importante dado el crecimiento económico que el sector tiene. Esta metodología es una herramienta de ingeniería, basada en tiempos y movimientos, que permite la descripción cualitativa y cuantitativa de los elementos que son críticos en el proceso.

1.9.1. Componentes del *blueprinting*

Según Patzán (2012), para desarrollar esta herramienta se requiere que se identifiquen correctamente todas las actividades que participan en la prestación y producción del servicio, así como la especificación de los vínculos de las actividades, las cuales se representan por medio de líneas de visibilidad, con el objetivo de separar las actividades que el cliente observa y aquellas que no. Además, sirve para distinguir aquellas actividades que agregan valor entre las que no son necesarias o se convierten en redundantes.

A criterio de Bitner, Ostrom y Morgan (2007), existen cinco componentes dentro de un *blueprinting* siendo éstos:

- Participación del cliente: conocida también como zona de acción de los clientes, se incluyen todos los pasos que forman parte de la prestación del servicio y las acciones se muestran en orden cronológico, a través de la parte superior del plano, esto incluye el proceso de prestación y evaluación del servicio.
- Evidencia física: son todos los elementos físicos que interactúan en el proceso de prestación del servicio.
- *Front office*: o escenario, es la zona de participación del cliente, la interacción se da entre este y el personal que lo atiende.
- *Back office*: tras escenario, es la zona donde se realizan todas las actividades complementarias internas y de respaldo para los empleados que ejecutan el servicio.
- Procesos de soporte: son las actividades que se llevan por separado en el servicio, que no están a la vista de los clientes, pero que son necesarias realizar para llevar a cabo el servicio.

Los planos de servicio deben de incluir:

- La zona de visibilidad.
- Los puntos de contacto e interacción con el cliente.
- Los contactos que son claves para satisfacer las necesidades del cliente.
- Los contactos que pueden generar problemas especiales.

Figura 7. **Plano de blueprinting**

COMPONENTES DEL BLUEPRINTING	
Participación del cliente	Línea de interacción
Evidencia física	
Zona de Visibilidad (Front Office)	Línea de visibilidad
Tareas Tras Bambalinas (Back Office)	Línea de interacción interna
Procesos de Soporte	

Fuente: Bitner et al. (2007). *Service Blueprinting*.

Patzán (2012), recomienda que para desarrollar el *blueprinting* se debe seguir la siguiente secuencia de pasos:

- Elaborar una lista de actividades.
- Desarrollar un plano simplificado de todo el proceso.
- Desglosar el plano simplificado.
- Elaborar planos para cada versión.

Por último, se recomienda que para desarrollar la herramienta se debe de tener un equipo de trabajo para conocer las ideas de cada uno, así reducir la posibilidad de omitir información y puntos de importancia.

1.10. Clasificación de equipos críticos

Según las consideraciones de Figueroa (2015) y Moreno (2017), expresan que existen distintas formas de realizar la clasificación de los equipos críticos; sin embargo, todas persiguen un mismo objetivo, el cual consiste en obtener el plan de mantenimiento. Para ello es necesario definir correctamente los equipos y sus modos de fallas, y con ellos la organización debe enfocar las estrategias y programas de mantenimiento para estos. Exponen que la criticidad debe medirse en función de la frecuencia con la que ocurre un evento y la consecuencia que tiene en los equipos. Para ello toman en consideración los siguientes factores:

- Seguridad
- Medio ambiente
- Costo de las reparaciones
- Tiempo utilizado en la reparación
- Producción

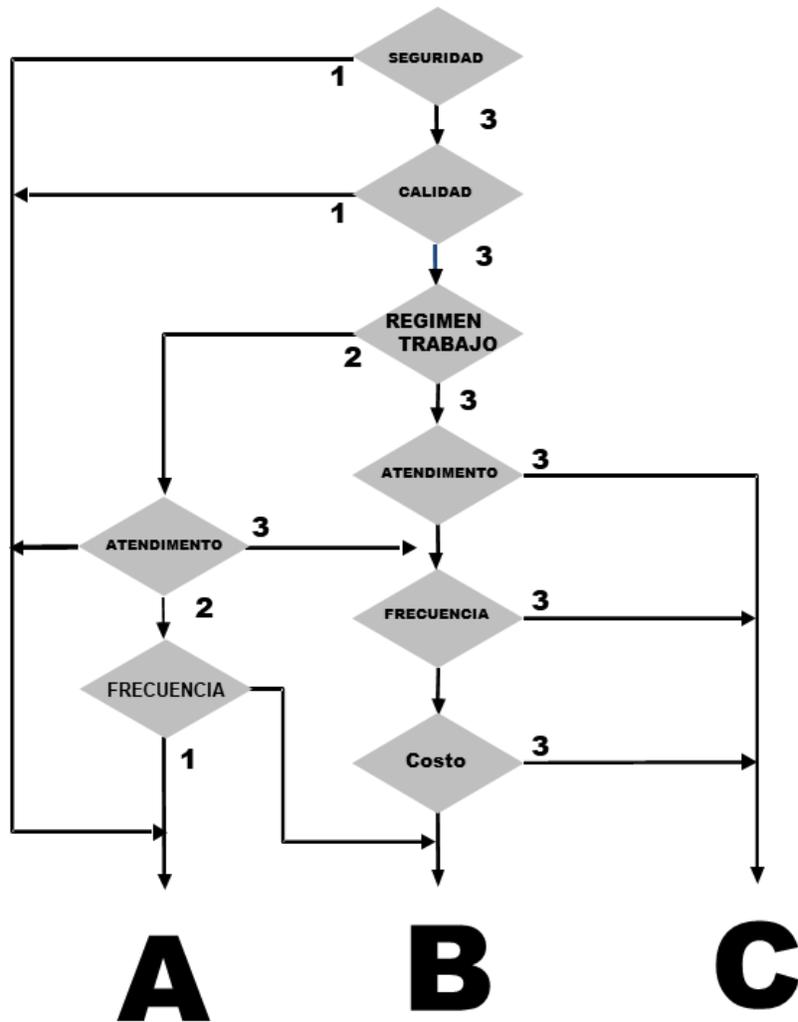
El método más común para realizar esta clasificación es por medio de una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla, Gerdau en todas sus operaciones en la industria siderúrgica utiliza una variante de esta, la cual se muestra en la tabla V y en la figura 8, se muestra el árbol de flujo para la toma de decisión.

Tabla V. **Matriz de criticidad**

Factores de evaluación	Grado		
	Grado 1	Grado 2	Grado 3
SEGURIDAD: Riesgo potencial para las personas, medio ambiente e instalaciones	Una falla provoca graves efectos sobre las personas, medio ambiente e instalaciones	Una falla acarrea riesgos para el hombre, medio ambiente e instalaciones	Una falla no produce consecuencias
CALIDAD: Efecto de falla de equipos sobre la calidad de productos	Una falla afecta mucho la calidad, generando productos fuera de especificaciones	Una falla hace variar la calidad del producto	Una falla no produce efecto sobre la calidad del producto
REGIMEN DE TRABAJO: Tiempo de operación de equipos cuando programado	Exigido en tiempo completo	Exigido aproximadamente a mitad de período	Uso ocasional
ATENDIMIENTO (ATENCIÓN): Efecto de la falla sobre las interrupciones del proceso productivo	Una falla provoca interrupciones mayores que 0.5 horas al proceso productivo	Una falla provoca interrupciones de hasta 0.5 horas a la producción o crea restricciones operacionales	Una falla no provoca interrupciones del proceso o existe componente de reserva
FRECUENCIA: Cantidad de fallas por período de utilización (tasa de fallas)	Muchas paradas, debido a fallas (más de 10 por año)	Paradas ocasionales (entre 5 y 10 por año)	Paradas poco frecuentes (menos de 5 por año)
COSTO: Mano de obra y materiales involucrados en la reparación	Costos elevados (más de Q 8000.00)	Costo mediano (entre Q. 1000.00 y Q.8000.00)	Costos bajos (menos de Q 1000.00)

Fuente: Gerdau (2012). *Manual de gestión*.

Figura 8. Diagrama de toma de decisión de equipos críticos



Fuente: Gerdau (2012). *Manual de gestión*.

Dentro de una organización no se puede tratar a todos los equipos por igual, siempre deben de priorizarse aquellos que son indispensables para el proceso, es por ellos que surge la clasificación de equipos críticos que ayuda a la organización a priorizar los esfuerzos y recursos para preservarlos en condiciones óptimas de operación.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La primera actividad que se realizó fue una reunión con todos los colaboradores del departamento de mantenimiento de transportes, se les explicó las razones por las cuales se llevaría a cabo esta investigación, duración, objetivos y los resultados que se pretendían obtener para mejorar las condiciones en que se encontraba la flota de transporte.

Se realizó una revisión en las instalaciones del departamento, para verificar la existencia de herramientas, equipos, infraestructura, métodos de trabajo y equipo humano, encontrando oportunidades de mejora.

Posteriormente, se realizaron acercamientos y reuniones de trabajo con los departamentos que se participan en el proceso, departamento de compras, bodega, operación, y costos. En este proceso se identificaron las principales necesidades y razones por los cuales se recurría a la subcontratación o arrendamiento de vehículos sustitutos, para cubrir con las necesidades del parque industrial.

Se determinó que la utilización de la flota de transporte era de 77 %, no existía ninguna clasificación de equipos y el inventario de vehículos estaba desactualizado, por lo que fue lo primero que se realizó para priorizar las oportunidades de mejora.

Cuando se tenía recopilada la información, se realizaron sesiones de trabajo donde todas las partes que conforman el proceso fueron representadas.

Se decidió utilizar la herramienta del árbol de solución de problemas para analizar el problema, debido a que era de conocimiento de todos los involucrados por formar parte del sistema de gestión de la empresa.

Las acciones propuestas para aumentar la disponibilidad de la flota de transporte fueron: manejo y recolección de la información, por medio del SAP-PM, optimización de la operación de los vehículos, reestructuración del proceso de adquisición de repuestos y servicios, y la propuesta de utilizar ISO 55000:2014 para la renovación de la flota de transporte.

El principal aporte de este trabajo de investigación los constituye la creación del modelo de producción del servicio de mantenimiento, esto por medio de la metodología *blueprinting*, en este estándar se involucran todos los que participan en el proceso y es el punto de partida y referencia para ordenar el servicio.

Finalmente, se realizó la evaluación de los beneficios económicos que se tendrían aumentando la utilización del 77 % al 87 % teniendo como referencia de aceptación en empresas similares del 95 %, de esto se determinó que el principal beneficio era la reducción de la subcontratación, sin embargo, no era la única ya que también se reducen los costos por operación, inventario de repuestos.

Se realizó un análisis interno de la investigación determinando los alcances, fortalezas, limitantes, dificultades que se tuvieron durante su desarrollo.

Como complemento, se realizó el análisis externo en el cual se analizaron dos trabajos de investigación, la primera de mantenimiento realizada por el maestro Johnny Francisco Vásquez García, y la segunda enfocada en servicios efectuada por el maestro Néstor Patzán.

Finalmente, se realizan conclusiones y recomendaciones dirigidas a mejorar las condiciones en que actualmente se encuentra la flota y el departamento de mantenimiento de transportes del parque industrial.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Distribución de la flota de transporte

La flota de transporte se encuentra distribuida en diferentes áreas, de acuerdo con las necesidades de las zonas productivas y de servicios. La tabla VI muestra dicha distribución.

Tabla VI. **Distribución de flota de transporte**

Unidad	Cantidad de vehículos
Acería	4
Administración	4
Bodega de refractarios	3
Metálicos	10
Laminación Barras y Alambrón	2
Malla Electrosoldada	1
Patio y Palanquilla	5
Proyectos	2
Servicios generales	2
Total	33

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Inventario de vehículos

Las necesidades del parque industrial han requerido la utilización de vehículos en algunos casos especiales para desarrollar cada uno de los

procesos de producción, en algunos casos sin estos vehículos los procesos no podrían realizarse. La tabla VII muestra la conformación de vehículos.

Tabla VII. Inventario de vehículos

No.	CÓDIGO	CLASE	MARCA	UBICACIÓN
1	M-6	V	Caterpillar	Acería
2	C-9	VI	Caterpillar	Acería
3	M-14	V	Clark	Acería
4	S-26	I	Hyundai	Administración
5	S-15	II	Hino	Administración
6	S-28	I	ZX Auto	Administración
7	S-29	I	ZX Auto	Administración
8	S-30	I	Mitsubishi	Administración
9	M-2	V	Clark	Bodega refractarios
10	M-13	V	Clark	Bodega refractarios
11	S-7	II	Mercedes Benz	Bodega refractarios
12	C-15	VI	Caterpillar	Métalicos
13	S-8	II	Mercedes Benz	Métalicos
14	S-14	II	Hino	Métalicos
15	S-16	II	Hino	Métalicos
16	S-17	IV	Norton	Métalicos
17	S-21	III	Freightliner	Métalicos
18	S-22	III	Freightliner	Métalicos
19	S-23	III	Freightliner	Métalicos
20	S-24	I	Kia	Métalicos
21	S-25	I	Nissan	Métalicos
22	M-8	V	Acrobat	Laminación
23	M-12	V	Caterpillar	Laminación
24	M-17	V	Caterpillar	Malla
25	M-11	V	Hoist	Patio y palanquilla
26	M-1	V	Clark	Patio y palanquilla
27	M-4	V	Clark	Patio y palanquilla
28	M-7	V	Clark	Patio y palanquilla
29	M-10	V	Caterpillar	Patio y palanquilla
30	M-16	V	Clark	Proyectos
31	S-27	I	Nissan	Proyectos
32	M-18	VII	Katcher	Servicios Generales
33	M-19	VII	Muyarr	Servicios Generales

Fuente: elaboración propia.

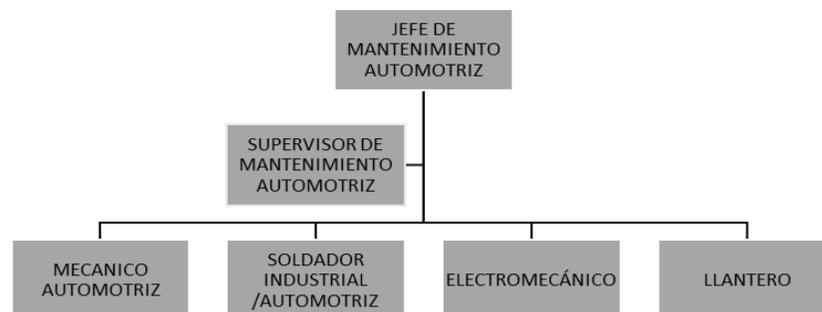
3.2. Organización del departamento de mantenimiento automotriz

La operación de esta unidad se realiza bajo la gestión de la gerencia de mantenimiento central, está fuera de la gestión de todas las plantas del parque industrial, con lo que se convierte en un proveedor de servicios externos para las unidades de producción del parque industrial.

3.2.1. Estructura del departamento

El mantenimiento que se realiza en la flota de transporte tiene varias especialidades, el departamento fue estructurado de forma tal que el 80 % de los servicios que requieren las unidades de transporte se puedan realizar de forma interna. Solamente se subcontratan servicios especializados como por ejemplo, mantenimiento a turbo cargadores, mantenimiento a sistema de inyección Diesel, alineación y balanceo. La figura 9 muestra la estructura que tiene el departamento de mantenimiento automotriz.

Figura 9. **Esquema organizacional del departamento de mantenimiento automotriz**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Recurso humano del departamento

Para atender las demandas de servicios de mantenimiento que la flota de transporte requiere, el departamento fue estructurado como se detalla en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Distribución del personal del departamento**

Puesto	Cantidad
Jefe de departamento	1
Supervisor	1
Mecánico Automotriz Especialista	3
Electromecánico	1
Soldador Industrial Especialista	2
Enderezador y Pintor	1
Llantero	1
TOTAL	12

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Capacidad instalada del departamento de mantenimiento

El departamento tiene un área de 900 metros cuadrados y tiene capacidad para albergar simultáneamente en promedio 10 vehículos, el cual puede variar dependiendo del tamaño de estos, los cuales se cuentan desde 10 pies hasta 45 pies de largo. Cuenta con área para trabajos de motores y transmisiones, taller eléctrico, llantera, área de pintura y de lavado.

3.3. Descripción de los servicios de mantenimiento de la flota de transporte

Actualmente se aplican dos tipos de mantenimiento a la flota de vehículos, siendo estos el correctivo y preventivo.

3.3.1. Servicios de mantenimiento correctivo

Este servicio se aplica en el momento que los vehículos presentan una falla que impide operar correctamente, representa un 30 % de los trabajos que realiza el departamento de mantenimiento de transportes. Aquí se incluyen las reparaciones generales de motor, transmisión y carrocería.

3.3.2. Servicios de mantenimiento preventivo

La empresa maneja dos tipos de mantenimiento preventivo mayor y menor, siendo la clasificación por tiempo en horas y por distancia en kilómetros.

- Servicio mayor: este se realiza en los vehículos fuera de carretera se da a las 1,000 horas de operación continua, en los vehículos de carretera 20,000 Km recorridos o bien se aplica el criterio de realizarlo anualmente.
- Servicio menor: en los vehículos fuera de carretera se realiza a las 200 horas y en los vehículos de carretera a los 5,000 Km o se aplica el criterio de realizarlo trimestralmente.

3.3.3. Servicios de mantenimiento externos

Estos servicios son los que no se llevan a cabo en el taller, ya que por ser muy especializados y de poca frecuencia de uso no se considera viable adquirirlos.

- Servicios de alineación y balanceo.
- Servicios de mantenimiento al sistema de inyección.
- Rectificado y maquinado de piezas.
- Reencauche de neumáticos.
- Rectificado de motores (culata y block).
- Reparación de turbo cargadores.
- Reparación y mantenimiento de radiadores.
- Reemplazo de vidrios.
- Empastado de zapatas de freno y rectificación de tambores.

3.4. Clasificación de la flota de vehículos

Dentro de la flota de vehículos del parque industrial, se cuentan con dos tipos de equipos: de proceso y de servicios complementarios. La tabla IX detalla dicha clasificación.

Tabla IX. **Clasificación de la flota de transporte**

CLASE	TIPO	USO
I	Vehículos livianos	Administrativo
II	Camiones de 10 T	Recolección de materia prima
III	Cabezales con rastra de 20 T	Recolección de materia prima
IV	Góndolas de 20 T	Recolección de materia prima
V	Montacargas	Movimientos producto terminado y merma
VI	Minicargadores	Limpieza y extracción de desechos
VII	Equipos obras civil	Servicios generales

Fuente: elaboración propia.

Esta clasificación se realizó tomando en cuenta la capacidad y el uso que tienen los vehículos que integran la flota de transporte.

3.4.1. Definición de equipos críticos

De acuerdo con la información recolectada dentro de la flota, existen vehículos que requieren ser priorizados en su mantenimiento y operación, por ello con la utilización de la matriz de clasificación de equipos críticos de Gerdau que se muestra en la tabla V y figura 4. Como resultado se definió como críticos los equipos del tipo A, los cuales se presentan en la tabla X.

Tabla X. Equipos críticos A de la flota de transporte

Ítem	Sector	Código de equipo	Descripción	Clasificación del equipo: A, B o C
1	Acería	M-6	Montacargas Caterpillar	A
2	Bodega refractarios	M-2	Montacargas Clark	A
3	Bodega refractarios	M-13	Montacargas Clark	A
4	Metálicos	S-8	Camión Mercedes Benz	A
5	Metálicos	S-14	Camión Hino	A
6	Metálicos	S-16	Camión Hino	A
7	Metálicos	S-21	Cabezal Freightliner con rastra	A
8	Metálicos	S-22	Cabezal Freightliner con rastra	A
9	Metálicos	S-23	Cabezal Freightliner con rastra	A
10	Laminación	M-8	Montacargas Acrobat	A
11	Laminación	M-12	Montacargas Caterpillar	A
12	Patio y palanquilla	M-11	Montacargas Hoist	A
13	Patio y palanquilla	M-1	Montacargas Clark	A
14	Patio y palanquilla	M-4	Montacargas Clark	A
15	Patio y palanquilla	M-7	Montacargas Clark	A
16	Patio y palanquilla	M-10	Montacargas Caterpillar	A

Fuente: elaboración propia.

Para realizar la clasificación se evaluaron aspectos de seguridad industrial, calidad, régimen de trabajo, interrupciones o atendimento, frecuencia de falla y costos. La tabla XI muestra todos estos aspectos que fueron evaluados en la flota de transporte y los resultados obtenidos para cada vehículo.

Esta evaluación fue realizada en los 33 vehículos que conforman la flota de transporte, en total se obtuvieron 16 vehículos con criticidad del tipo A, 2 del tipo B y 15 con criticidad C.

- Criticidad A: en esta categoría se encuentran los vehículos que tienen una participación importante en los procesos de producción, donde se encuentran asignados, además en estos vehículos es donde se genera la subcontratación o arrendamiento.

- Criticidad B: son equipos que realizan un trabajo importante para los procesos, y cuentan con un respaldo y se puede prescindir temporalmente de estos, ya que no afecta directamente a los procesos de producción.
- Criticidad C: esta categoría está compuesta por todos los vehículos que realizan trabajos complementarios y que la disponibilidad de estos no afecta a los procesos de producción, en la mayoría de los casos poseen vehículos sustitutos.

Tabla XI. Clasificación de criticidad en los equipos móviles

Ítem	Sector	Código de equipo	Descripción	Seguridad	Calidad	Régimen de trabajo	Atendimiento (Interrupciones)	Frecuencia	Costo	Clasificación del equipo: A, B o C
1	Acería	M-6	Montacargas Caterpillar	1	1	3	2	3	2	A
2	Acería	C-9	Minicargador Caterpillar	2	3	2	3	3	1	C
3	Acería	M-14	Montacargas Clark	2	3	1	2	2	1	B
4	Administración	S-26	Camioneta agrícola Hyundai	3	3	3	3	3	3	C
5	Administración	S-15	Camión Hino	2	3	3	3	3	3	C
6	Administración	S-28	Pick up ZX Auto	3	3	3	3	3	3	C
7	Administración	S-29	Pick up ZX Auto	3	3	3	3	3	3	C
8	Administración	S-30	Ambulancia Mitsubishi	2	3	3	3	3	3	C
9	Bodega refractarios	M-2	Montacargas Clark	1	1	3	2	2	1	A
10	Bodega refractarios	M-13	Montacargas Clark	1	1	3	2	2	1	A
11	Bodega refractarios	S-7	Camión Mercedes Benz	2	3	1	2	2	1	B
12	Metálicos	C-15	Minicargador Caterpillar	2	3	2	3	3	1	C
13	Metálicos	S-8	Camión Mercedes Benz	1	3	1	2	2	1	A
14	Metálicos	S-14	Camión Hino	1	3	1	2	2	1	A
15	Metálicos	S-16	Camión Hino	1	3	1	2	2	1	A
16	Metálicos	S-17	Góndola Norton	2	3	1	2	2	1	B
17	Metálicos	S-21	Cabezal Freightliner con rastra	1	3	1	2	2	1	A
18	Metálicos	S-22	Cabezal Freightliner con rastra	1	3	1	2	2	1	A
19	Metálicos	S-23	Cabezal Freightliner con rastra	1	3	1	2	2	1	A
20	Metálicos	S-24	Camioneta agrícola Kia	3	3	3	3	3	3	C
21	Metálicos	S-25	Pick up Nissan	3	3	3	3	3	3	C
22	Laminación	M-8	Montacargas Acrobat	1	1	3	2	2	1	A
23	Laminación	M-12	Montacargas Caterpillar	1	1	3	2	2	1	A
24	Malla	M-17	Montacargas Caterpillar	2	3	3	2	2	1	C
25	Patio y palanquilla	M-11	Montacargas Hoist	1	1	3	2	2	1	A
26	Patio y palanquilla	M-1	Montacargas Clark	1	1	3	2	2	1	A
27	Patio y palanquilla	M-4	Montacargas Clark	1	1	3	2	2	1	A
28	Patio y palanquilla	M-7	Montacargas Clark	1	1	3	2	2	1	A
29	Patio y palanquilla	M-10	Montacargas Caterpillar	1	1	3	2	2	1	A
30	Proyectos	M-16	Montacargas Clark	2	3	3	2	2	1	C
31	Proyectos	S-27	Pick Up Nissan	3	3	3	3	3	3	C
32	Servicios Generales	M-18	Barredora Katcher	3	3	3	3	3	3	C
33	Servicios Generales	M-19	Tractor Muyarr	3	3	3	3	3	3	C

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Disponibilidad de la flota de transporte

Con la clasificación de equipos críticos se estableció priorizar los que tenían una criticidad del tipo A, dentro de las instalaciones del taller se encontraron vehículos que tenían semanas de estar fuera de operación, por lo que se procedió a calcular la utilización de cada vehículo. La tabla XII muestra la utilización en los meses de enero a marzo de 2018 de los equipos críticos clasificados como del tipo A, esta información se obtuvo al restar los días que el vehículo estuvo fuera de servicio, del total de días que tenía programados trabajar, en total para el trimestre fueron 63 días hábiles, los cuales se establecieron con base al programa de producción del parque industrial. Solamente se tomaron en cuenta los equipos que han requerido de arrendamiento para sustituirlos.

La fórmula utilizada para el cálculo de la utilización fue:

$$\text{Utilización} = (\text{Días trabajados} / \text{Días programados}) * 100$$

$$\text{Días trabajados} = \text{Días programados} - \text{Días fuera de servicio}$$

Tabla XII. **Utilización equipos críticos A**

No.	CÓDIGO	UTILIZACIÓN
1	M-11	46%
2	M-8	54%
3	S-23	62%
4	S-16	70%
5	M-13	76%
6	S-22	78%
7	M-1	78%
8	M-7	79%
9	M-10	81%
10	M-12	83%
11	M-2	84%
12	S-14	86%
13	S-21	86%
14	M-4	86%
15	S-8	87%
16	M-6	92%
PROMEDIO		77%

Fuente: elaboración propia.

Adicional se comparó con el *benchmark* de cuanto es la utilización para una flota de transporte similar teniendo como resultado un valor del 95 %. La brecha establecida fue del 18 %.

3.5. Aplicación de la herramienta árbol de causas a la flota de transporte

Para investigar las causas que originaron la baja utilización de la flota de transporte, se utilizó la herramienta de árbol de causas, la cual se dividió en las siguientes fases:

- Fase I: recolección de información

Durante esta fase se realizaron entrevistas y reuniones de grupo con las áreas a las que pertenecen los vehículos de transporte, las cuales expusieron sus necesidades y dificultades que afrontaban por la baja disponibilidad de los vehículos.

También se abordó a los colaboradores del departamento de mantenimiento de transportes, los cuales aportaron a la construcción del árbol y también confirmaron la información que los usuarios ya habían proporcionado.

Dada la importancia que tiene el suministro de repuestos para el proceso de mantenimiento, se involucró también al departamento de compras, quienes aportaron también en la construcción del árbol.

- Fase II: construcción del árbol

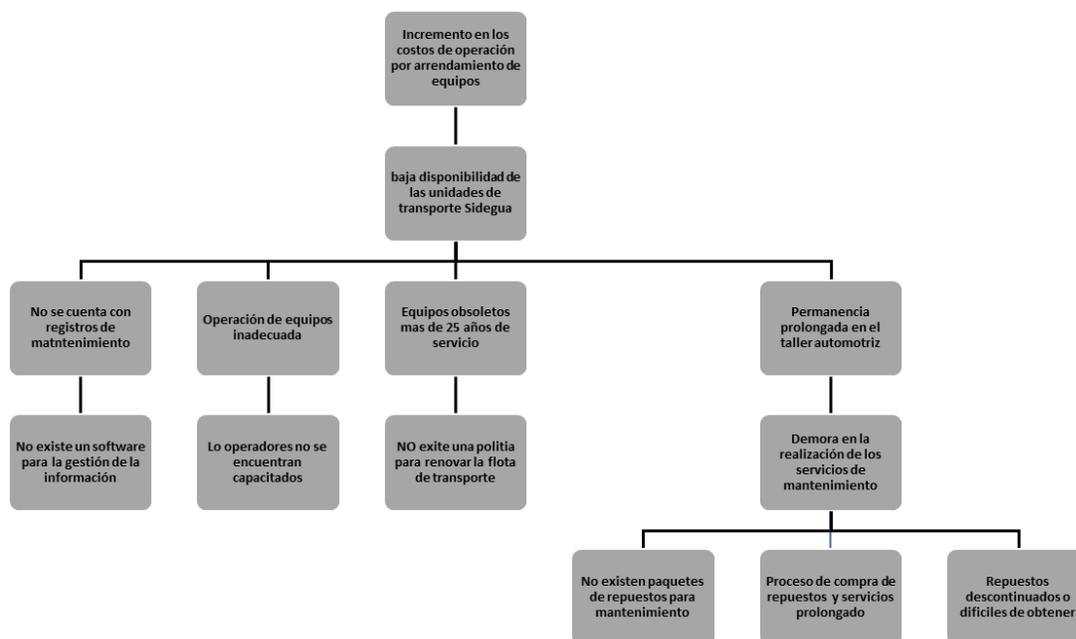
Se elaboraron varias reuniones de trabajo con el equipo de mantenimiento, realizó una lluvia de ideas, donde la participación del equipo fue clave para gestionar la información que se obtuvo en la fase I.

Cuando se tuvo la propuesta del árbol de causas, antes de presentarla a la gerencia del mantenimiento fue presentada a los usuarios, quienes nuevamente aportaron para llegar al árbol final.

- Fase III: gestión de la información

Cuando se obtuvieron las causas raíz del problema, se procedió a realizar las propuestas que en el siguiente capítulo se presentan, lo cual tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de la flota de transporte del parque industrial.

Figura 10. **Árbol de causas baja disponibilidad de la flota de transporte**



Fuente: elaboración propia.

3.6. Costos de arrendamiento de equipos

El arrendamiento de vehículos sustitutos es una estrategia de las unidades de producción para conseguir la continuidad del proceso. El arrendamiento es aplicado en montacargas y camiones recolectores de chatarra, a continuación, se muestra la tabla XIII, la cual presenta en resumen el costo de arrendamiento de los meses de enero a marzo del año 2018.

Tabla XIII. Costo de arrendamiento trimestral de vehículos críticos

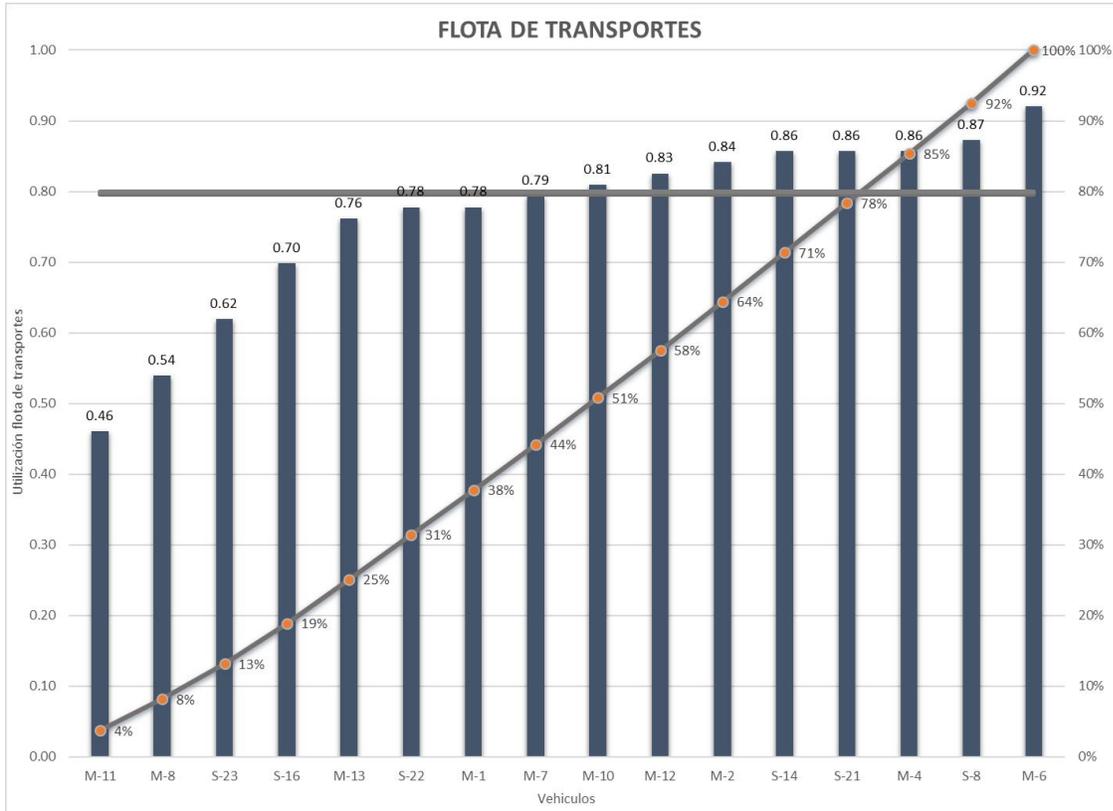
No.	CÓDIGO	CLASE	PROCESO	COSTO DIARIO (Q)	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL DE DÍAS FUERA DE SERVICIO	COSTO POR VEHÍCULO
1	M-6	V	Acería	Q 2,000.00	2	1	2	5	Q 10,000.00
2	M-2	V	Bodega refractarios	Q 2,000.00	5	2	3	10	Q 20,000.00
3	M-13	V	Bodega refractarios	Q 2,000.00	10	1	4	15	Q 30,000.00
4	S-8	II	Métalicos	Q 1,000.00	4	1	3	8	Q 8,000.00
5	S-14	II	Métalicos	Q 1,000.00	3	5	1	9	Q 9,000.00
6	S-16	II	Métalicos	Q 1,000.00	4	4	11	19	Q 19,000.00
7	S-21	III	Métalicos	Q 2,000.00	2	5	2	9	Q 18,000.00
8	S-22	III	Métalicos	Q 2,000.00	2	4	8	14	Q 28,000.00
9	S-23	III	Métalicos	Q 2,000.00	6	3	15	24	Q 48,000.00
10	M-8	V	Laminación	Q 2,000.00	22	5	2	29	Q 58,000.00
11	M-12	V	Laminación	Q 2,000.00	7	1	3	11	Q 22,000.00
12	M-11	V	Patio y palanquilla	Q 4,500.00	22	9	3	34	Q 153,000.00
13	M-1	V	Patio y palanquilla	Q 2,500.00	5	3	6	14	Q 35,000.00
14	M-4	V	Patio y palanquilla	Q 2,500.00	5	1	3	9	Q 22,500.00
15	M-7	V	Patio y palanquilla	Q 2,500.00	3	1	9	13	Q 32,500.00
16	M-10	V	Patio y palanquilla	Q 2,500.00	3	1	8	12	Q 30,000.00
TOTAL TRIMESTRAL									Q543,000.00

Fuentes: elaboración propia.

Solamente se evaluaron los vehículos que son críticos para los procesos donde intervienen. El costo de arrendamiento diario y los días que estuvieron fuera los vehículos fue información que se trabajó con el usuario y con el departamento de mantenimiento. En el caso de los vehículos de carretera, se calculó sobre un recorrido de 350 Km diarios.

Por medio de un análisis de Pareto, el cual se muestra en la figura 11, se determinó que el 80 % de los equipos que mayor arrendamiento han requerido en el primer trimestre lo constituyen los vehículos M11, M8, S23 y S16.

Figura 11. Diagrama de Pareto flota de transporte



Fuente: elaboración propia.

3.7. Acciones propuestas para aumentar disponibilidad de la flota de transporte

Se estableció en el diagnóstico que existen oportunidades de mejora para aumentar la disponibilidad de los equipos que forman parte de la flota de transportes.

3.7.1. Manejo y recolección de información

La primera oportunidad de mejora consiste en el manejo de la información, es necesario implementar un software que contribuya a tener datos en tiempo real, tanto de mantenimiento como de control de costos asociados a este, durante esta investigación la información fue recolectada por medio de bitácoras y formatos que se crearon para que los técnicos recolectaran la información que se consideró necesaria.

Actualmente la empresa está en la etapa de implementación de SAP en todas sus operaciones, para la parte de mantenimiento se desarrollará el módulo SAP PM (*Plant Maintenance*). Para esto los pasos a seguir son los siguientes:

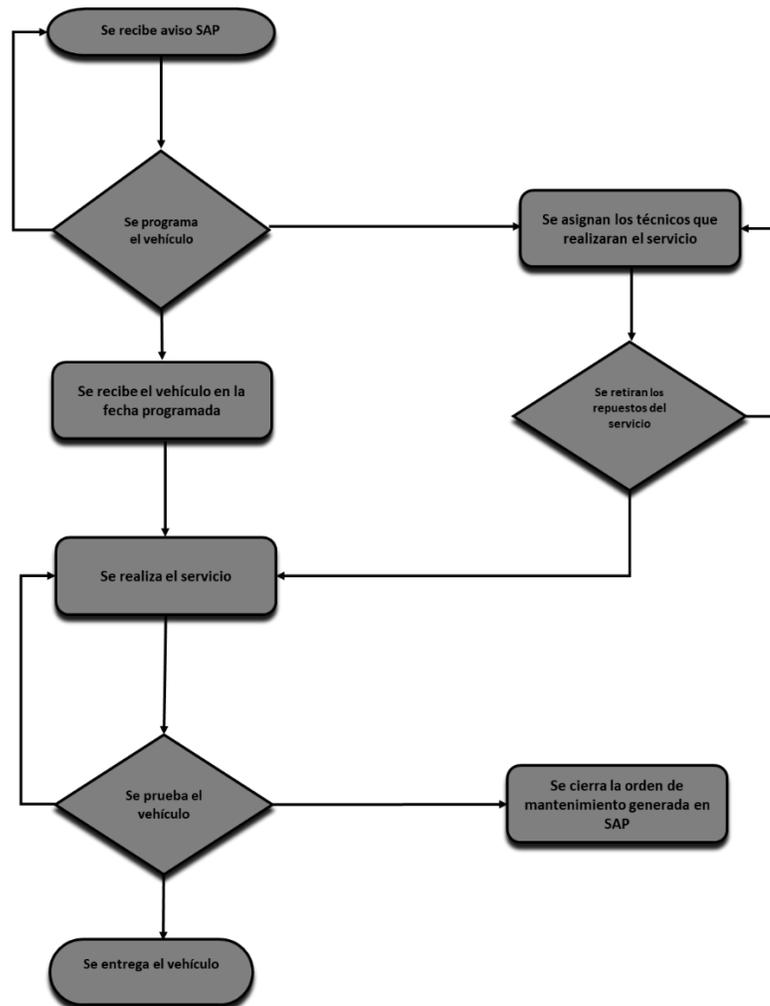
- Realizar inventario de equipos móviles: en esta parte se deben de registrar todos los equipos a los cuales el taller les presta mantenimiento, modelos, marca y capacidad.
- Código de identificación: en esta parte se le asigna a cada vehículo un código que lo distingue, y a la vez, le asigna la cuenta contable a la cual se direccionarán los costos en los que incurra cuando se presente al taller.
- Creación de planes de mantenimiento: todos los equipos deben de tener un plan de mantenimiento, que aplica solamente para los que son planificados, es decir, incluye solamente el preventivo y predictivo, se excluye el correctivo.

Normalmente los planes de mantenimiento se realizan por familias de vehículos, por ejemplo, para montacargas puede ser válido el mismo plan de mantenimiento, teniendo en cuenta que dentro del parque existen montacargas que por realizar un trabajo especial su frecuencia de mantenimiento es distinta al resto de equipos.

- Cargar los planes de mantenimiento: esto consiste en ingresar todos los planes que se tienen para cada vehículo en el sistema y darle inicio al ciclo. Cuando el sistema se ha arrancado este inicia el conteo de horas, días, semanas, meses o años, se configura para que alerte por medio de un aviso a la persona que responsable de la planificación del taller con anticipación.
- Cuando el planificador recibe el aviso debe proceder apertura la orden de mantenimiento y coordinar con el usuario para que el vehículo esté disponible en el momento que se requiera para su mantenimiento.
- El planificador es responsable de asignar al técnico que realizará el servicio, de entregar la orden de mantenimiento y la reserva de materiales que deben utilizarse en el servicio.
- El técnico asignado retira los materiales y realiza el servicio, cuando este trabajo se concluye realiza las pruebas necesarias que garanticen el correcto funcionamiento del vehículo.
- La fase final consiste en entregar el vehículo y cerrar la orden de mantenimiento.

El proceso concluye con el cierre de la orden de mantenimiento, en ese momento son cargados los costos en los que se incurrió, el responsable del vehículo puede consultar inmediatamente la información que requiera, y se genera un registro que sirve para el control del vehículo y para cualquier análisis que se requiera como en esta investigación. La figura 12 muestra el flujo propuesto para el sistema CMMS (SAP PM).

Figura 12. Flujo sugerido del sistema CMMS (SAP PM)



Fuente: elaboración propia.

3.7.2. Optimización en la operación de los vehículos

Uno de los principales desafíos para las organizaciones es contar con colaboradores capacitados, responsables y comprometidos en lograr las metas y objetivos de la organización.

Durante la fase de investigación, se logró determinar que uno de los puntos de mejora que se tenía era el tema de operación, no existe un programa de formación para los operadores, en la mayoría de ellos han aprendido de forma empírica desarrollando hábitos que van en contra del correcto funcionamiento de los vehículos.

Es por ello que en conjunto con los responsables de los vehículos y el departamento de mantenimiento automotriz, se desarrolló una matriz de capacitación estos, considerando que la mejor manera de reducir el impacto de la operación en los vehículos es capacitar, entrenar y evaluar a los operadores. La tabla XIV muestra la matriz de capacitaciones que se desarrolló para los operadores de vehículos del parque industrial.

Tabla XIV. **Matriz de capacitaciones para operadores de vehículos**

CAPACITACIÓN	PARTICIPANTES PROYECTADO	PUESTO	TIPO	PROVEEDOR	MES PLAN	Costo
Conducción asertiva	60	Operador de vehículos fuera de carretera/Operador de vehículos de carretera	EXTERNA	INTECAP	Junio	Q 8,400.00
Mantenimiento autónomo	60	Operador de vehículos fuera de carretera/Operador de vehículos de carretera	INTERNA	INTECAP	Julio	Q 7,500.00
Manejo defensivo	10	Operador de vehículos fuera de carretera/Operador de vehículos de carretera	INTERNA	DEPARTAMENTO SISO	Agosto	Q 3,500.00
Operación y manejo de equipos críticos	60	Operador de vehículos fuera de carretera/Operador de vehículos de carretera	INTERNA	DEPARTAMENTO SISO	Septiembre	Q 3,500.00
Principios básicos de mantenimiento automotriz	60	Operador de vehículos fuera de carretera/Operador de vehículos de carretera	INTERNA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	Octubre	Q 1,500.00
Izaje de cargas	60	Operador de vehículos fuera de carretera/Operador de vehículos de carretera	INTERNA	INTECAP	NOVIEMBRE	Q 7,500.00
COSTO TOTAL						Q 31,900.00

Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Proceso de adquisición de repuestos y servicios

Actualmente uno de los principales problemas por los que no se cumplen los plazos de entrega de los vehículos es el proceso de adquisición de repuestos y servicios, lo que afecta la disponibilidad de las unidades e incrementa los costos por arrendamiento.

Para ello realizó una evaluación de los principales proveedores determinándose los siguientes aspectos:

- Se debe exigir que los productos y servicios cumplan con las especificaciones requeridas.
- Los tiempos de entrega deben de establecerse y respetarse.
- En los casos en los que aplique se debe exigir certificados de garantía.
- Los proveedores deben de contar con los equipos apropiados y tener la capacidad de respuesta ante una emergencia.
- Buscar alianzas estratégicas para capacitar al personal de mantenimiento en la aplicación de los productos y servicios que los proveedores brindan.
- Realizar el cambio de proveedores cuando no cumplan con la calidad y tiempos de entrega.

Se propone también la creación de un comité de mantenimiento para todo el parque industrial para homologar repuestos, crear categorías y reducir los inventarios en un 15 %, lo que tendría un para la empresa.

El comité debe realizar una evaluación de los principales proveedores, calificando aspectos como: calidad de productos, costos, tiempos de entrega y asistencia técnica.

Posterior a eso, se deben seguir los siguientes pasos:

- Realizar contratos anuales para repuestos y servicios, los precios se deben negociar y con ello se eliminará el proceso de cotización, al departamento de compras le causaba demora para cumplir con la entrega de repuestos.
- Tener productos en consignación, los principales repuestos e insumos como, por ejemplo, rodamientos y lubricantes se deben encontrar a consignación esto significa que no se tienen cargados en el inventario, los costos son cargados hasta el momento en que son retirados de bodega por medio de una reserva.
- Creación de paquetes de repuestos para cada vehículo, esto se debe realizar al implementar SAP en el proceso de mantenimiento, lo cual ayudará a tener siempre con los repuestos que son requeridos para los mantenimientos preventivos.

3.7.4. Renovación de la flota de transporte

Actualmente no existe una política para la renovación de la flota de transporte, la siguiente propuesta se basa en la norma ISO 55000:2014, la cual trata sobre la gestión de activos, considerando la antigüedad de los vehículos y los problemas que se tienen, ya que muchos de los repuestos ya no se encuentran en el mercado, teniendo que realizar adaptaciones y en algunos casos se debe esperar tiempos prolongados de importación para que los fabricantes los puedan suministrar, es por ello que se hace necesaria la presente propuesta. La figura 13 muestra los pasos a seguir para gestión de activos.

Para este proceso se deben involucrar todas las partes que conforman la organización, la financiera, contabilidad, auditoría, compras, producción y mantenimiento, entre otras, ya que todos participan en un momento determinado en este proceso.

Figura 13. **Gestión de activos**



Fuente: ISO 55000: 14000. *Gestión de activos*.

Necesidad: es evidente la necesidad que la empresa tiene de renovar su flota de transporte, en la industria no existe un estándar para realizar esto; sin embargo, al realizar un *benchmarking* entre empresas que utilizan equipos de transporte similar se determinó que en promedio la vida útil de este tipo de vehículos es el siguiente:

Criterio 1: 500,000 Km o 10 años de servicios

Criterio 2: 100,00 horas o 10 años de servicio

Pasado este tiempo los costos de manteamiento en los equipos se incrementan considerablemente, los equipos se encuentran con depreciación baja y se dificulta la adquisición de repuestos.

Diseñar: en esta parte es muy importante que se tomen en cuenta los factores que influyen directamente en la operación del vehículo, capacidad de carga, dimensiones, ambiente en el que trabajara, seguridad del vehículo y del conductor. Por ejemplo, el montacargas M-11 es un vehículo que realiza un trabajo especial, ya que evacua el lingote de acero a una temperatura de aproximadamente 800 °C; sin embargo, cuando se calculó su capacidad de carga, no se consideró la alta temperatura, ni fue previsto de un aire acondicionado para el operador, esto ha afectado en un alto porcentaje su disponibilidad y constantemente presenta fallas en sus sistemas de operación debió a las condiciones en las que trabaja.

Construcción: este es otro aspecto importante que la empresa debe evaluar al adquirir un vehículo, ya que debe de ser construido por un fabricante que sea reconocido por el buen desempeño de su equipo, además que tenga un buen servicio técnico y posea representación en el país; actualmente algunos vehículos del parque industrial en especial los montacargas, no se cumple con esto lo que dificulta su mantenimiento y reparación.

Comisionamiento: esto no es más que la puesta en operación del vehículo, este es un momento clave que determina la vida del vehículo, en este punto es donde los operadores deben ser entrenados y capacitados para la operación de este. No se puede asignar un vehículo nuevo a un operador que no se encuentra facultado para esto.

Operación y mantenimiento: estos 2 factores tienen influencia directa en la vida útil del equipo, un buen mantenimiento garantizará la disponibilidad del equipo y le permitirá cumplir el ciclo de su vida útil. Por otra parte, la operación correcta de la unidad contribuirá a reducir los costos de mantenimiento y también aumentar su disponibilidad.

Desincorporación: según se pudo constatar con el *benchmarking* realizado, cuando se cumple el ciclo de vida que la empresa ha estipulado, los vehículos salen de dos formas. La primera consiste en subastar el vehículo y obtener algún ingreso de él que puede utilizarse para adquirir una unidad nueva, por ello muchas empresas acuden a esta práctica para obtener un valor de rescate que les convenga. La segunda se da cuando no es posible vender el equipo, debido a su deterioro o especialización, en este caso se procede a venderlo como desperdicio metálico o comúnmente como chatarra, que es como se conoce en el ámbito nacional.

Se recomienda este proceso de gestión de activos basados en la norma ISO 55000:2014, para establecer los criterios y políticas de renovación de la flota de transporte de la empresa.

3.8. Modelo de producción del servicio de mantenimiento

Uno de los objetivos específicos de este trabajo de investigación es crear una propuesta para estandarizar el servicio de mantenimiento de la flota de transporte, por ello utilizando la metodología *blueprinting* se desarrolló la propuesta de servucción para el proceso, el cual puede apreciarse en la figura 14.

En la primera fase de este proceso, es la de *front stage*, durante esta etapa se describe y se establece cómo es la interacción que el departamento de mantenimiento de transportes tiene con el cliente.

La primera interacción se realiza entre el cliente y el equipo técnico, durante esta etapa debe de tenerse claro los requerimientos del servicio, en qué consiste y escuchar atentamente las fallas y averías que el vehículo presenta.

En el segundo acto, se verifica el diagnóstico, se valida la ejecución de las tareas y se entrega a satisfacción los equipo. El tercer acto es la fase final del servicio, aquí se cierra la orden de mantenimiento y se cargan los costos en los que se incurrió para realizar el servicio que fue solicitado.

La segunda fase la constituyen el *front stage* (lo que el cliente ve) y el *back stage* (lo que el cliente no ve) esta fase es muy importante y se realiza en paralelo, siendo la más completa e importante.

El primer contacto se da cuando se recibe la llamada del cliente, inmediatamente se crea la orden de mantenimiento para el servicio y se verifica el historial, estableciendo el día y la hora en que se recibirá el vehículo, cuándo fue entregado al taller, se realiza recorrido de prueba para verificar condiciones y concluir diagnóstico.

Posteriormente, en la segunda interacción se presentan propuestas para realizar el servicio, se registran los datos del vehículo y las condiciones en que es recibido se ejecuta el mantenimiento (incluyendo desmontaje, revisión y sustitución de componentes en mal estado), luego se procede a realizar pruebas, reajustes o recalibraciones.

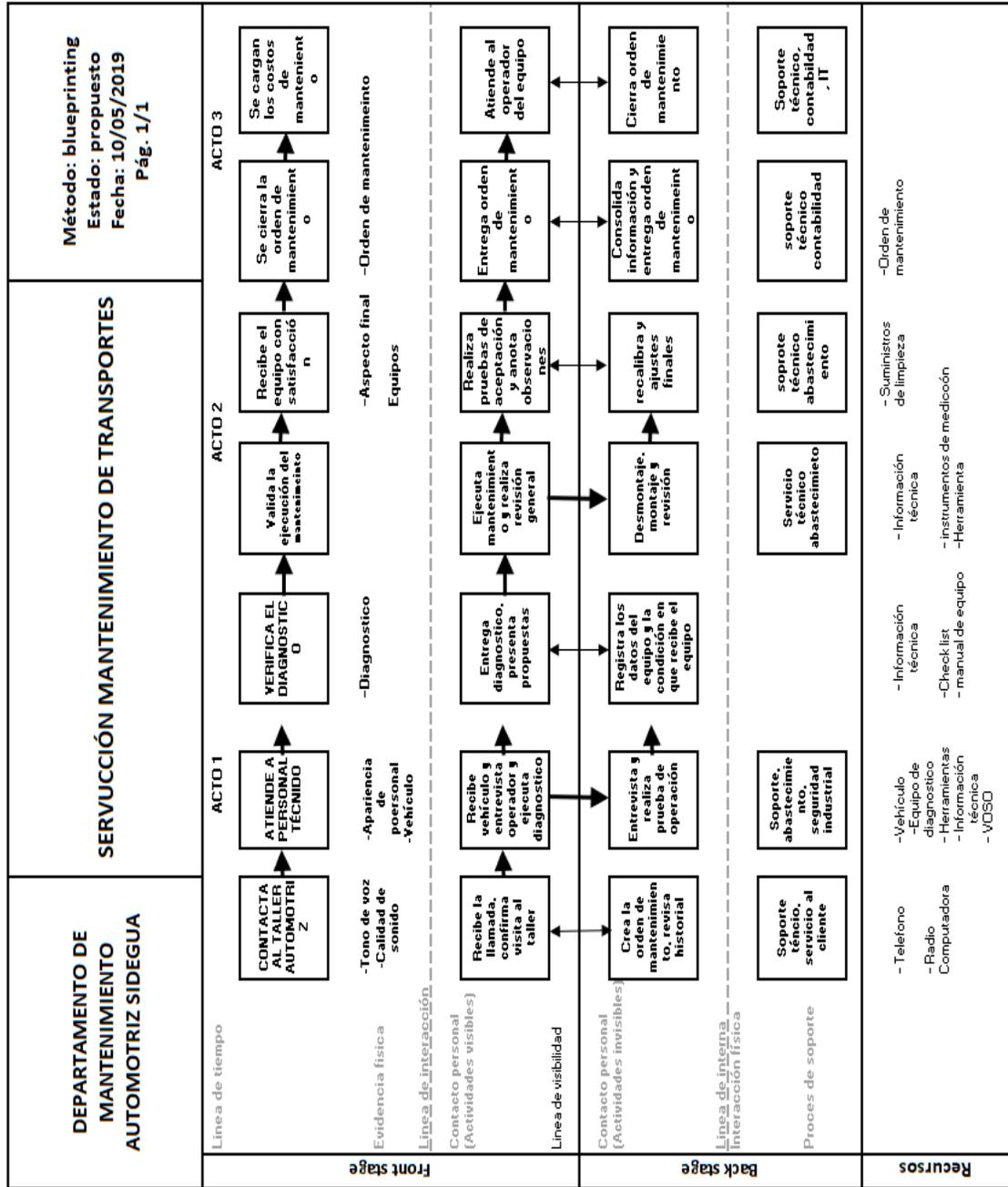
En el tercer contacto, se entrega la orden de mantenimiento, se consolida la información y se registra todos los aspectos que son necesarios para mantener la trazabilidad de las actividades realizados; posteriormente se atiende al operador se entrega el equipo y se cierra y carga la orden de trabajo con los costos asociados al servicio.

Dentro del *back stage* también se incluyen los procesos de soporte, en el área técnica, al cliente, abastecimiento, seguridad industrial, información y tecnología y contabilidad.

En la segunda fase se tienen los recursos que son necesarios para que se realice el servicio, desde el teléfono, radio, *check list*, manuales de equipos, suministros de limpieza, instrumentos de medición, reservas y órdenes de mantenimiento.

Para que el proceso de servucción del mantenimiento en la flota de transportes sea exitoso, también se proponen estándares de calidad, los cuales deben ser medidos y evaluados periódicamente en busca de encontrar desvíos que afecten conseguir el objetivo y también para buscar la mejora continua estos quedan plasmados en la tabla XV.

Figura 14. Servucción departamento de mantenimiento de transportes



Fuente: elaboración propia.

3.8.1. Seguimiento a la calidad del servicio

Para llevar el control se desarrollaron estándares de calidad para medir el éxito del servicio, a su vez, busquen oportunidades de mejora. Se establecieron indicadores como: reclamos por trabajos realizados, avisos generados por medio de SAP, cantidad de órdenes de mantenimiento, entre otras. En la tabla XV, se observa los estándares creados para el seguimiento y aseguramiento de la calidad en los servicios de mantenimiento a la flota de transporte.

Tabla XV. Estándares de calidad para servicio de mantenimiento

FASE	ESTÁNDAR DE SERVICIO	INDICADOR
Atención al usuario	El inicio del proceso inicia con la interacción con el usuario, al cual se le debe de brindar una atención orientada al servicio, darle un trato cortés y escuchar atentamente las observaciones que tenga sobre los servicios que requiere o fallas que presenta el equipo	Cantidad de reclamos obtenidas por atención recibida
	Cuando los usuarios necesiten retroalimentación o aclaraciones con respecto al servicio que requieren las unidades de transporte, debe de asistirseles inmediatamente ya sea por teléfono, correo electrónico o visita a las instalaciones del usuario	Número de llamadas, correos y visitas realizadas.
Diagnostico	Al ser requerido un diagnostico sobre un equipo no debe transcurrir más de 1 hora para realizar la visita a las instalaciones donde el equipo esta asignado o en el taller	Tiempo para diagnóstico
	Durante la visita a las unidades donde se encuentra asignado el vehículo, los técnicos deben de seguir en todo momento las indicaciones de seguridad del área así como cumplir con el equipo de protección personal obligatorio para el área	Número de reportes, tarjetas ASIA
	Cuando se ha establecido el día la hora y el lugar donde se hará la visita, el personal responsable de la visita debe estar con anticipación mínima de 10 minutos.	Número de reporte de usuario
	La presentación del los técnicos que realizan la visita debe ser formal, uniforme, zapatos y presentación personal adecuados	Evaluación aleatoria del personal
	El terminar el diagnostico si se utilizo alguna herramienta o insumo, el área debe quedar limpia de residuos que se pudieron generar producto del diagnostico	Número de reportes y tarjetas ACII
Seguimiento	Cuando se tenga el diagnóstico se le hará llegar un informe detallado de los servicios que requiere el vehículo y las condiciones en que se realizaron los trabajos.	Número de reportes generados
	Pasadas 24 horas se le requerirá al usuario realizar el aviso del mantenimiento que requieren los vehículos para ser programado y creada la orden de mantenimiento	Número de avisos generados SAP
Ejecución del servicio	Cuando se recibe el vehículo, el técnico debe de contar ya con los repuestos e insumos necesarios para realizar el servicio, en la asignación de tiempo se debe tener una holgura del 15% para cumplir con los tiempos de entrega de los vehículos	Medición horas-hombre en SAP, reservas de materiales
	Los tiempos establecidos para el servicio con los usuarios deben ser cumplidos, en caso que durante el desmontaje de componentes o revisión general del vehículo se detecten anomalías que deben ser corregidas y las cuales harán que se supere el tiempo para realizar el servicio, el usuario debe ser informado inmediatamente.	Cantidad de órdenes de mantenimiento, reservas de materiales
Pruebas	Al culminar el servicio el técnico debe revisar todos los detalles que incluye la orden de mantenimiento, así mismo debe realizar un recorrido de prueba para verificar que el vehículo funciona perfectamente y que todas las observaciones de los usuarios fueron cumplidas.	Cantidad de órdenes de mantenimiento
	Al entregar el vehículo este debe encontrarse limpio sin residuos generados del servicio, y cuando se entrega al usuario debe de realizarse de una manera cortés.	Cantidad de órdenes de mantenimiento
	Si el usuario detecta una no conformidad en el vehículo, debe ser inmediatamente atendida dicha anomalía siempre con un trato respetuoso al usuario y de tratarse de alguna modificación o situación que es normal dada la naturaleza del servicio prestado se debe explicar al usuario la situación, buscando siempre alcanzar la aceptación del servicio.	Cantidad de reclamos por el servicio
Cierre de ordenes de mantenimiento	Al concluir todo el proceso se debe cerrar la orden, indicándole al usuario el número de orden que se efectuó, esto para que el pueda dar seguimiento y control al mantenimiento que se realizo al vehículo y los costos que este servicio tuvo	Cantidad de cierres técnicos de ordenes

Fuente: elaboración propia.

3.9. Evaluación de beneficios que se obtendrán para la flota de transporte

Las propuestas que se han presentado en el presente trabajo de investigación, buscan obtener beneficios para la flota de transporte, los cuales se presentan a continuación:

3.9.1. Reducción de costos de subcontratación

Durante la etapa de diagnóstico, se determinó que existen en total 16 equipos catalogados como críticos del tipo A; actualmente la utilización promedio es de 77 % y la utilización del *benchmarking* es del 95 %. La propuesta para la flota de transporte del parque industrial consiste en aumentar la utilización en un 87 %, en la tabla XVI se presenta los costos que se tendrían por arrendamiento para la utilización deseada.

Tabla XVI. Costos de arrendamientos con una utilización del 87 %

No.	CÓDIGO	COSTO DIARIO (Q)	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL DE DÍAS FUERA DE SERVICIO	COSTO POR VEHÍCULO
1	M-6	Q 2,000.00	2	1	2	5	Q 10,000.00
2	M-2	Q 2,000.00	3	3	3	9	Q 18,000.00
3	M-13	Q 2,000.00	5	1	2	8	Q 16,000.00
4	S-8	Q 1,000.00	4	1	3	8	Q 8,000.00
5	S-14	Q 1,000.00	3	3	1	7	Q 7,000.00
6	S-16	Q 1,000.00	2	2	4	8	Q 8,000.00
7	S-21	Q 2,000.00	2	3	2	7	Q 14,000.00
8	S-22	Q 2,000.00	2	4	3	9	Q 18,000.00
9	S-23	Q 2,000.00	3	3	3	9	Q 18,000.00
10	M-8	Q 2,000.00	3	3	2	8	Q 16,000.00
11	M-12	Q 2,000.00	3	1	3	7	Q 14,000.00
12	M-11	Q 4,500.00	3	3	3	9	Q 40,500.00
13	M-1	Q 2,500.00	3	3	3	9	Q 22,500.00
14	M-4	Q 2,500.00	3	3	3	9	Q 22,500.00
15	M-7	Q 2,500.00	3	1	4	8	Q 20,000.00
16	M-10	Q 2,500.00	3	1	4	8	Q 20,000.00
TOTAL TRIMESTRAL							Q 272,500.00

Fuente: elaboración propia.

Cuando los vehículos se encuentran en operación, se incurren en costos de mantenimiento, los cuales se presentan en la tabla XVII, dentro de estos costos no se incluyen los gastos de combustible ni la mano de obra de los operadores, ya que al momento de subcontratar la empresa asume estos costos, como hace con sus propios vehículos.

Tabla XVII. Costos de mantenimiento trimestral equipos críticos

No.	CÓDIGO	COSTO DE MANTENIMIENTO MENSUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL DE SERVICIOS REALIZADOS	COSTO POR VEHÍCULO
1	M-6	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
2	M-2	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
3	M-13	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
4	S-8	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
5	S-14	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
6	S-16	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
7	S-21	Q 1,200.00	1	1	1	3	Q 3,600.00
8	S-22	Q 1,200.00	1	1	1	3	Q 3,600.00
9	S-23	Q 1,200.00	1	1	1	3	Q 3,600.00
10	M-8	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
11	M-12	Q 850.00	1	1	1	3	Q 2,550.00
12	M-11	Q 1,350.00	1	1	1	3	Q 4,050.00
13	M-1	Q 1,250.00	1	1	1	3	Q 3,750.00
14	M-4	Q 1,250.00	1	1	1	3	Q 3,750.00
15	M-7	Q 1,250.00	1	1	1	3	Q 3,750.00
16	M-10	Q 1,250.00	1	1	1	3	Q 3,750.00
TOTAL TRIMESTRAL							Q 50,250.00

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente es necesario adquirir repuestos estratégicos, para reducir los tiempos de entrega, en la tabla XVIII se muestra el costo de los repuestos estratégicos.

Tabla XVIII. **Costo de repuestos estratégicos para la flota de transporte**

Vehículo	Eléctricos	Sistema de Frenos	Sistema de embrague	Fajas y mangueras	TOTAL
Montacargas	Q 5,000.00	Q 6,000.00	Q 8,000.00	Q 1,500.00	Q 20,500.00
Camiones	Q 6,000.00	Q 8,000.00	Q 3,500.00	Q 500.00	Q 18,000.00
Cabezales	Q 6,500.00	Q 12,000.00	Q 5,300.00	Q 700.00	Q 24,500.00
Rastras	Q 500.00	Q 8,000.00	Q -	Q 300.00	Q 8,800.00
TOTAL					Q71,800.00

Fuente: elaboración propia.

Al incrementar la utilización de la flota de transporte a 87 % representa un beneficio económico para la empresa de Q. 150,450.00 trimestralmente, al año representaría un total de Q. 601,800.00, esto contribuirá a mejorar la rentabilidad de la empresa y a cumplir con las demandas de los procesos de producción, donde los vehículos participan.

3.9.2. Reducción de fallas por operación

La operación de los vehículos es una parte fundamental en el desempeño que estos puedan llegar a tener, se ha estimado con base a la información recopilada en el primer trimestre del 2018 se registraron 58 fallas por operación. La tabla XIX muestra el desglose de las fallas.

Tabla XIX. **Costos de fallas por operación**

REPUESTOS	COSTO UNITARIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	COSTO TOTAL
Neumáticos	Q 1,450.00	8	6	4	Q 26,100.00
Iluminación	Q 180.00	7	4	3	Q 2,520.00
Mangueras	Q 350.00	5	3	2	Q 3,500.00
Suspensión	Q 2,800.00	2	0	1	Q 8,400.00
Carrocería	Q 600.00	6	3	4	Q 7,800.00
TOTAL		28	16	14	Q 48,320.00

Fuente: elaboración propia.

Mensualmente se tiene un costo de Q. 48,320.00, en el año se tiene un costo de Q. 193,280.00, eliminar por completo las fallas de operación depende de varios factores; sin embargo, con el desarrollo de la matriz de capacitaciones se puede reducir al 50 % lo representa un monto de Q. 96,640.00. El programa tendría un costo, según la tabla XIII de Q. 31,900.00, por lo que el ahorro que la empresa sería de Q. 61,740.00.

3.9.3. Reducción de inventario de repuestos

Derivado de las negociaciones y convenios con proveedores, se presentan los repuestos que pueden ser dados en consignación y lo que representaría reducirlos del inventario, lo que le genera una mayor liquidez a la empresa, la familia de repuestos se presenta en la tabla XX.

Tabla XX. **Repuestos a consignación**

Repuesto	Inventario mensual
Neumáticos	Q 29,000.00
Lubricantes	Q 40,260.00
Fajas	Q 2,500.00
Mangueras	Q 3,500.00
Filtros	Q 3,700.00
Eléctricos	Q 3,800.00
Frenos	Q 8,500.00
Pinturas	Q 3,500.00
TOTAL	Q 94,760.00

Fuente: elaboración propia.

Trasladar este inventario a consignación no tiene un impacto directo en la reducción de costos, lo que significa es que se tendrá una mejor liquidez y el costo se distribuirá de forma mensual, según los consumos que se tengan.

La tabla XXI muestra un resumen de los beneficios tangibles y económicos que tendría la empresa.

Tabla XXI. **Resumen beneficios cuantificables y económicos anual**

Propuesta	Costo	Beneficio
Aumento de la utilización a 87 % de la flota de transporte	Q 488,200.00	Q 601,800.00
Mejora en la operación	Q 31,900.00	Q 64,740.00
Reducción de inventario	Q -	Q 284,280.00

Fuente: elaboración propia.

Nota: en el caso del inventario el cálculo es trimestral.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se discuten los alcances y límites de la investigación integrados en los factores internos y externos, los cuales contribuyeron a los resultados obtenidos.

4.1. Análisis interno de la investigación

Desde el inicio de la investigación, se pudo determinar que existían oportunidades de mejora que contribuirían al aumento de la utilización de la flota de transporte y a reducir el arrendamiento de vehículos sustitutos para la flota de transporte.

Dentro del desarrollo de la investigación, se tuvieron algunas limitantes y dificultades, sobresaliendo la falta de registros de mantenimiento, no fue posible darle trazabilidad a los mantenimientos que se realizaban a los equipos, todo se limitaba a los apuntes que individualmente guardaban los mantenedores, se tenía tal aislamiento de información al punto que los mantenedores ignoraban el costo de muchos de los insumos que se utilizaban y de los montos del arrendamiento.

En el tema de estandarización del servicio, tampoco se contaba con un procedimiento, en algunos casos existían conflictos entre los operadores y mantenedores, tanto por problemas de mantenimiento como de operación, en algunas ocasiones por la falta de planificación y estandarización, se intervenían equipos sin que se tuvieran los repuestos listos.

Lo que generaba también un retraso en la entrega y que el vehículo pasara inclusive semanas antes de ser atendido.

Dentro de la investigación también se tuvieron fortalezas, dentro de las cuales destaca el apoyo que la empresa le brindó al proyecto, ya que desde el inicio se brindaron los recursos y medios necesarios para realizar el análisis y posteriormente ejecutar las acciones necesarias para mejorar el servicio que se estaba brindando. Se tuvo un acceso total a los registros del departamento de costos, tanto de repuestos como de arrendamiento, lo que permitió estimar la utilización y determinar los costos de mantenimiento.

La apertura con la parte operativa tuvo sus dificultades y no todos los operadores aportaron a la construcción de las propuestas, por ello se involucró solamente a los de más experiencia y confianza, obteniendo como resultado, por ejemplo, la necesidad de crear la matriz de capacitaciones para operadores.

Con los colaboradores del departamento también se tuvieron dificultades sobre todo en el manejo de sistemas informáticos, para lo cual se les capacitó y entrenó en el uso de estos recursos, afortunadamente la buena disposición de los colaboradores a la mejora continua facilitó el proceso.

La investigación se concentró en los 16 equipos que se clasificaron con criticidad A; sin embargo, de forma indirecta con las buenas prácticas e iniciativas desarrolladas, también fue beneficiada el resto de la flota, contribuyendo a reducir los costos por mantenimiento.

Dentro de los logros de esta investigación destacan los siguientes:

Implementación del módulo SAP PM: la empresa ya tenía implementado en otros procesos este software informático y su aplicación en el departamento de mantenimiento mecánico, permitió implementar el modelo de servucción que se propuso, obteniendo un correcto manejo de la información en tiempo real y con costos actualizados. La planificación y ejecución también se realizan de forma eficiente y cumpliendo los programas de mantenimiento de cada vehículo.

Optimización en la operación de los vehículos: en este aspecto por primera vez se logró capacitar en temas de operación a todos los operadores de equipos móviles y se dejó establecido como uno de los requisitos para los nuevos operadores realizar esta capacitación, lo que redujo en Q.64,740.00, los costos asociados a operación y maniobras inadecuadas en los equipos móviles.

Reducción del inventario: este fue un logro importante, primero crear paquetes de repuestos para los mantenimientos mayor y menor de los equipos, y a tener distribuidores locales, se logró obtener convenios de compra anuales, con los cuales los repuestos se tienen a consignación y son cargados al gasto hasta el momento de su ejecución, esto es un beneficio favorable para la empresa, ya que anteriormente habían repuestos que antes de consumirse se vencían, lo que incrementaba el costo de mantenimiento y también requería un espacio físico mayor para la bodega, ya que está en la mayoría de los casos era reabastecida para 3 meses lo que significaba tener invertidos Q. 284,230.

Política para la renovación de la flota de transporte: cuando se inició la investigación la vida promedio de la flota era de 15 años, en algunos casos habían vehículos con 30 años de servicio, lo que dificultaba llevar a cabo su mantenimiento; con la investigación se propuso utilizar como guía la norma ISO 55000:2014 para la gestión de activos.

Como resultado la alta Dirección de la empresa decidió iniciar la renovación de la flota dando de baja los vehículos M8, S23 y S-16 y M-2. En la adquisición de los vehículos nuevos también se incluyeron entrenamientos, tanto para los mantenedores como para los operadores.

Aumento de la utilización de la flota de transporte: inicialmente se tenía una utilización del 77 %, lo cual generaba un costo de arrendamiento trimestral de Q. 543,000.00, con el aumento de la utilización a 87 % la empresa tendría un ahorro trimestral de Q150,450.00, y anualmente se transformaría en una reducción de Q.601,800.00, lo cual impactaría directamente a los procesos de producción donde los vehículos participan.

Otro logro de esta investigación fue demostrar a la empresa las necesidades de invertir y tener un mantenimiento adecuado para la flota de transporte, ya que esta era un área que se encontraba desatendida, la empresa siempre había priorizado la inversión en los procesos de producción manteniéndose a la vanguardia de la tecnológica.

4.2. Análisis externo de la investigación

En el año 2012, el maestro Johnny Francisco Vásquez García realizó un estudio sobre la gestión del mantenimiento de las fábricas procesadores de hule natural, el objetivo era conocer la gestión del mantenimiento en siete plantas procesadoras de hule natural, para conocer realizar el diagnóstico efectuó una encuesta en la que solamente involucró a los jefes de mantenimiento, como resultado obtuvo que la que únicamente las dos plantas que tenían sus procesos estandarizados cumplían con el 93.75 %. Esto demuestra la importancia de estandarizar un proceso de mantenimiento.

En la presente investigación, para realizar la estandarización de los servicios de mantenimiento en la flota de transporte, previo a llevar a cabo las acciones, se realizó un diagnóstico observando el desarrollo de los procesos en el campo, involucrando a todos los que participaban, los jefes de los diferentes departamentos fueron involucrados y participaron en el proceso de construcción de acciones de mejora; sin embargo, la primera fuente de información fueron los operadores y mantenedores que participaban en el proceso. Esto se realizó, ya que de acuerdo a la experiencia normalmente los proyectos de este tipo fracasan cuando se trabaja solamente con las jefaturas, el éxito de estos proyectos radica en involucrar a los operadores y mantenedores en general.

Por otra parte, para determinar las causas raíces de los principales problemas que se tenían en la ejecución y realización del mantenimiento, se utilizó la herramienta de árbol de causas, la cual se construyó con la participación de todos los involucrados en el proceso, y fue de utilidad para formular y desarrollar las propuestas que resultaron para cada una de las causas encontradas.

Dentro de las propuestas desarrolladas en las dos investigaciones, se tienen en común la importancia del manejo y recopilación de la información, ya que se implementa el uso de tecnología para ello, en la parte operativa también se prioriza la capacitación y formación de los operadores; mientras que también trabaja el tema de adquisición de repuestos y manejo de inventario.

En el año 2012, el Maestro Néstor Patzán, desarrolló una investigación titulada: “Diseño de un modelo de autoevaluación para mejorar la calidad de servicios en una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada”.

El autor explica que el estudio tenía como objetivo realizar un modelo para la estandarización de los procesos en cualquier empresa dedicada al prestar y proveer un servicio no importando su naturaleza, para ello se basaba en la norma técnica colombiana (NTC) ISO 9004.

Durante el desarrollo de la investigación, el autor utilizó distintas herramientas para evaluar el proceso de producción de los servicios, efectuándola en una empresa de mantenimiento automotriz, investigando los factores externos que afectan al servicio.

El diagnóstico se crea el modelo servucción que en ese momento tenía, identificando límites, áreas críticas, realiza la autoevaluación de todo el proceso y desarrolla los momentos de la verdad. Todo esto utiliza base para rediseñar tareas y plantear mejoras en el nuevo modelo, el cual contempla puntos que el autor considera cruciales para mejorar el servicio, como los estándares de calidad.

La investigación del maestro Patzán fue una referencia para crear la servucción del departamento de mantenimiento de transportes, y con ello estandarizar los servicios que allí se realizan.

Durante este proceso no se profundiza ni se analizan todos los procesos que se dan durante el desarrollo del servicio, a diferencia de esta investigación que, si aborda todo el proceso e identifica los puntos de oportunidad, generando para cada uno de ellos acciones que buscan reducir o eliminarlos.

Como ya se ha expuesto esta investigación, no se limitó a crear una propuesta para estandarizar el servicio, a través de la metodología del *blueprinting*.

Se extendió a realizar un diagnóstico general de todos los procesos que intervienen desde la gestión de la información, suministro de repuestos, manejo de inventario, reducción del arrendamiento de vehículos sustitutos y generación de una base para la gestión de este tipo de activos por medio de la norma ISO 55000:2014.

La propuesta del maestro Patzán como bien lo resalta, es crear una base para estandarizar los procesos de servicios y la cual puede aplicarse a toda la gama de estos, la presente propuesta no es general, sino que personalizada a las necesidades y requerimientos que la empresa tenía relacionados con la estandarización de los servicios y la reducción del arrendamiento de vehículos sustitutos de la flota de transporte, que al final afectaban de forma negativa la rentabilidad de la misma.

CONCLUSIONES

1. Con la presente investigación, se logró la estandarización de los servicios del departamento de mantenimiento de transportes, a través de la metodología *blueprinting* y las oportunidades de mejora identificadas con la herramienta de árbol de causas.
2. Se realizaron acciones para aumentar la disponibilidad de la flota de transporte, mediante la herramienta del árbol de causa y el diagnóstico de necesidades de capacitación, siendo las principales: el manejo y recopilación de información, la operación de los equipos, la política de renovación de la flota y finalmente el proceso de adquisición y suministro de repuestos.
3. Para estandarizar el servicio de mantenimiento de la flota de transporte, se utilizó la herramienta *blueprinting*, el modelo final servucción es un de partida para los servicios que se son realizados, el cual es un modelo versátil y se adapta a las necesidades que los usuarios.
4. Se realizó una evaluación de los beneficios de llevar a cabo las propuestas creadas, teniendo como beneficios cuantificables y económicos los siguientes: aumento de la utilización al 87 %, reducción de los costos por mejora en la operación de los vehículos en 50 % y reducción del inventario de los repuestos de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Generalizar la estandarización en los demás departamentos de la empresa que intervienen en el proceso de mantenimiento en la flota de transporte.
2. Realizar seguimiento a cada una de las acciones que buscan aumentar la disponibilidad de la flota de transporte, con el objetivo de implementar la mejora continua.
3. El modelo de estandarización del servicio es un punto de partida, el cual debe de evaluarse periódicamente para medir su eficiencia, y en caso de detectarse desvíos deben ser corregidos para mejorar todo el proceso de servucción. En dicha evaluación deben participar todos los departamentos que interactúan en el proceso.
4. Los beneficios cuantificables y económicos deben ser medidos de forma mensual, así como divulgar de forma general esta información a todos los que participan y forman parte del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Berreondo, E. (2015). *Implementación del departamento de mantenimiento preventivo en Eurolub Industrial, S.A., en la industria azucarera en Guatemala*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
2. Bitner, L. (2007). *Service Blueprinting: A Practical Technique for Service Innovation*. Departamento de Economía. Universidad Estatal de Arizona. Estados Unidos.
3. Boland, L. (2007). *Funciones de la administración, Bahía Blanca*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional del Sur. Argentina: Editorial Ediuns.
4. Cabrera, A. (2012). *El método del árbol de causas aplicado a la investigación de accidentes*. Tesis de licenciatura. Universidad Libre-Barranquilla. Colombia.
5. Cantoral, H. (2009). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la industria de Café Quetzal*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
6. Cansino, E. (2015). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa*. Tesis de licenciatura. Escuela Politécnica Nacional de Educador. Ecuador.

7. Contreras, F. (2015). *Mejoramiento continuo (KAIZEN) como herramienta para optimizar las áreas de trabajo y las tareas de mantenimiento del taller express periférico zona 11 de Cofiño Stahl*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
8. Charles, H. (2009). *Administración estratégica*. México: McGraw-Hill.
9. Cruz, I. (2007). *Diseño de un programa de mantenimiento para los montacargas de horquilla utilizados en la industria de prefabricados*. Tesis de licenciatura. Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
10. Díaz Y.; Pons, R (2009). *Conceptualización y Modelización de la Calidad de Servicio Percibida: Análisis Crítico*. Tesis de maestría. Universidad Central Marta Abreu de la Villas. España.
11. Duarte, J (2004). *Factores determinantes y críticos en empresas de servicios, para la obtención de ventajas competitivas sostenibles y transferibles a estrategias de globalización: un análisis de la industria del software*. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Barcelona. España.
12. Eiglier, P. y Langeard, E. (1989). *Sebuccion Le Marketing des Services*. Francia: Mcgraw-Hill. *Versión en castellano* (1995). Servucción: El marketing de los servicios. España: Mcgraw-Hill
13. Elche. M. (2005). *La innovación en los Servicios: Análisis de la Relación de Tipo de Servicios – Patón de innovación y su Incidencia en el*

Resultado. Tesis Doctoral, Departamento de Economía y Empresa, Universidad de Castilla. -Mancha- España.

14. Evans, J. (2008). *La Administración y el control de la Calidad.* (7ta. ed.). México: Internacional Thomson Editores.
15. Figueroa, P. (2010). *Evaluación para el diseño de un sistema de enfriamiento para intercambiadores de calor tipo placa en industrias Liztex.* Tesis de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
16. Figueroa, N. (2015). *Definición de plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación.* Tesis de licenciatura. Universidad de Chile. Chile.
17. Fred, D. (2003). *Administración estratégica.* México: Editorial Pearson.
18. Gerdau. (2012). *Manual de gestión de operaciones en la industria siderúrgica.* Brasil: Editorial Gerdau.
19. García, R. (2005). *Estudio del trabajo.* México: McGraw-Hill.
20. Hernández, R. (2007). *Metodología de la investigación.* México: McGraw-Hill.
21. Kotler, P. (2009). *Fundamentos de marketing.* México: Editorial Pearson.

22. León, L. (2018). *Optimización de sistema de mantenimiento para la flota de traslado de carga terrestre, en la empresa transporte la Moja*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
23. Lovelock, C. (2009). *Marketing de servicios*. México: Editorial Pearson.
24. Martínez, A. (2007). *Análisis de operaciones y estudio de tiempos en las líneas de producción de cera en pasta y cera en crema*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
25. Marroquín, M. (2007). *Diseño de un programa de mantenimiento para los montacargas de horquilla utilizados den la industria del prefabricado*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
26. Moreno, C. (2017). *Sistema de mantenimiento productivo total para el médico hospitalario de Aprofam central*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
27. Miles, I. (1996). *"Innovation in services"*. Estados Unidos: Editorial Dodgson y Rothwell.
28. Niebel, B. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Editorial Mc Graw Hill.
29. Osalan. (2005). *Manual para la investigación de accidentes laborales*. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. España.

30. Patzán, N. (2012). *Diseño de un modelo de autoevaluación para mejorar la calidad de servicio en una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada*. Tesis de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
31. Porras, G. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo para trituradora de eje vertical Nordberg Barcmac seire B8100*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
32. Rodríguez, A. (2012). *Investigación de accidentes por el método del árbol de causas*. Ministerio de empleo y seguridad social. España.
33. Salguero, H. (2007). *Proceso de gestión de calidad en mantenimiento preventivo*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
34. Vásquez, J. (2012). *Situación de la gestión del mantenimiento de las fábricas procesadoras de hule natural técnicamente especificado en Guatemala, según la matriz de clase mundial*. Tesis de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
35. Wireman, T. (2011). *Mantenimiento preventivo*. Chile: Editorial Reviews.

