



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Laureate International Universities

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR
LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA ITTSA BUS”**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTORES:

Jaime Luisalfredo Gonzales Alfaro

Karen Jackeline Lavado Montoya

ASESOR:

Ing. Cesar Santos Gonzáles

TRUJILLO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

“En memoria de mi abuelo, Luis Andrés Alfaro Cáceres, por ser un ejemplo de persona e inculcarnos el objetivo de ser profesionales a pesar de cualquier circunstancia.”

Jaime Gonzales Alfaro.

“A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.”

Karen Lavado Montoya.

AGRADECIMIENTO

Debemos agradecer de manera especial y sincera a nuestro asesor el Ing. Cesar Santos Gonzales, por su capacidad para guiar este proyecto ya que sus ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de la tesis, sino también en nuestra formación como profesionales.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, ponemos a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

***“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y
LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA
ITTSA BUS”***

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros días de Mayo a Noviembre del año 2018, y esperamos que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Jaime Gonzáles Alfaro

Bach. Karen Lavado Montoya

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACION DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

Jurado 1:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

Jurado 2:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Jurado 3:

Ing. Miguel Alcalá Adrianzén

RESUMEN

La presente tesis se ha elaborado con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la empresa Itt sa Bus para ello se ha planteado mejorar la situación actual de las áreas de mantenimiento y logística.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de las áreas de mantenimiento y logística de la empresa Itt sa Bus, encontrando que los principales problemas que afectan a la rentabilidad actual son las fallas correctivas debido a la falta de un mantenimiento predictivo a pesar de que aplican mantenimiento preventivo a las unidades de transporte, además en el área logística se generan tiempos muertos por la demora en la entrega de repuestos debido a la mala gestión de esta área. La pérdida generada por las causas de mantenimiento fue de S/.5, 227,707 y del área logística S/.900, 037.

Se desarrolló la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Itt sa Bus, el cual está basado en la aplicación de mantenimiento predictivo, cronograma de capacitación para el área de mantenimiento y logística, proceso de selección y evaluación de proveedores, Lote Económico de Pedido (EOQ) y la metodología de las 5S. Este sistema propuesto logró reducir los tiempos perdidos por fallas correctivas y los tiempos por las demoras en la entrega de repuestos incrementando la disponibilidad operacional de las unidades de transporte 90.4% a 91.26%, con ello se incrementó el número de viajes en 215, generándose ingresos totales por S/.973, 458.

Para culminar, se realiza una evaluación económica - financiera obteniéndose un VAN de 238,607.08, un TIR de 23.8% y un B/C de 1.68, lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

ABSTRACT

The present thesis has elaborated with the purpose to increase the profitability of the company Ittasa Bus for this has posed improve the current situation of the areas of maintenance and logistical.

It made the diagnostic of the current situation of the areas of maintenance and logistical of the company Ittasa Bus, finding that the main problems that affect to the current profitability are fail them no programmed because of the fault of a predictive maintenance although they apply preventive maintenance to the units of transport, besides in the logistical area generate time by the delay in the delivery of spares because of the bad management of this area. The loss generated by the causes of maintenance were of S/.5, 227,707 and of the logistical area S/.900, 037.

It developed the proposal of improvement in the management of maintenance and logistical to increase the profitability of the company Ittasa Bus, which is based in the application of predictive maintenance, chronogram of qualification for the area of maintenance and logistical, process of selection and evaluation of providers, Economic Batch of Request (EOQ) and the methodology of the 5S. This system proposed attained to reduce the times lost by fail correctives and the times by the delay in the delivery of spares increasing the operational availability of the units of transport 90.4% to 91.26%, with this increased the number of trips in 215, generating total income by S/.973, 458.

To culminate, makes an economic evaluation - financial obtaining a VAN of S/. 238,607.08, a TIR of 23.8% and a B/C of 1.68, which indicates that the project is PROFITABLE.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se ha elaborado en la empresa Ittса Bus, debido a que se identificaron problemas en las áreas de mantenimiento y logística que afectaban a la rentabilidad actual, para dar solución a estos problemas se ha planteado mejorar estas áreas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la presente investigación sobre la Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Ittса Bus, se describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación también se muestra datos de la realidad problemática de las áreas de mantenimiento y logística.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con las áreas de estudio las cuales son mantenimiento y logística.

En el Capítulo III, se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, proveedores, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema con herramientas como Ishikawa y Diagrama de Pareto para encontrar las causas raíces que lo originan.

En el Capítulo IV, se describe la solución propuesta haciendo énfasis en los problemas de las áreas de mantenimiento y logística.

En el Capítulo V, se describe la evaluación económica y financiera de la propuesta obteniéndose un VAN de S/. 238,607 y un TIR 23.8% de, un B/C de 1.68 y un periodo de recuperación de la inversión de 4 meses.

En el Capítulo VI, se enuncian y discuten los resultados, determinando que las herramientas aplicadas permitieron generar ingresos y ahorros promedio por año
En el Capítulo VII, plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA MARCO REFERENCIAL.....	11
2.3 Definición de Términos.....	55
CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	57
3.1 Descripción general de la empresa.	58
3.1.1 Ittسا Bus.	58
3.1.2 Datos	58
3.1.3 Misión y visión.....	59
3.1.3.1 Misión	59
3.1.3.2 Visión.....	59
3.1.3.3 Valores	60
3.1.4 Servicios	60
3.1.5 Operaciones.....	60
3.1.6 Clientes	63
3.1.7 Competidores.....	63
3.1.8 Maquinarias y equipos.....	63
3.1.9 Organigrama de la empresa.....	66
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.....	68
3.3 Identificación de problemas e indicadores actuales	70
3.3.1 Diagnostico de las causas raíces	78
CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA.....	88
4.1 Propuesta de mejora	89
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	128
CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	132
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	139
ANEXOS	145

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen de Método ABC	40
Figura 2: Ejemplo de Kárdex.....	41
Figura 3: Ejemplo de clasificación de clases	41
Figura 4: Ejemplo de Sub-Clases.....	42
Figura 5: Ejemplo de codificación.....	42
Figura 6: Ejemplo de Solicitud de Compra	43
Figura 7: Ejemplo de Orden de compra	44
Figura 8: Ejemplo de Nota de Entrada	47
Figura 9: Ejemplo de Resumen de Entradas.....	47
Figura 10: Ejemplo de Nota de Salida.....	48
Figura 11: Logotipo de la empresa.....	58
Figura 12: Organigrama general de la empresa.....	67
Figura 13: Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento y logística	69
Figura 14: Causas de la baja rentabilidad de la empresa ITTSA BUS – Mantenimiento.....	70
Figura 15: Causas de la baja rentabilidad de la empresa ITTSA BUS - Logística..	71
Figura 16: Diagrama de Pareto de la encuesta del área de Mantenimiento.....	74
Figura 17: Diagrama de Pareto de la encuesta del área Logística.....	75
Figura 18: Mantto. Externo vs Mantto. Interno inicial	80
Figura 19: Diagrama de Pareto de las fallas de las unidades Volvo	95
Figura 20: Diagrama de Pareto de las fallas de las unidades Scania	96
Figura 21: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR9 y CR4	134
Figura 22: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR5.....	134
Figura 23: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR1	135

Figura 24: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR3	135
Figura 25: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR6 y CR8	136
Figura 26: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR3	136
Figura 27: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR9	137
Figura 28: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR1	137

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Exportaciones mundiales de servicios de transporte.....	04
Tabla 2: Horas de mantenimiento predictivo	06
Tabla 3: Operacionalización de las variables.....	10
Tabla 4: Las ventajas y desventajas de la logística	38
Tabla 5: Número de unidades	64
Tabla 6: Matriz de priorización para el área de Mantenimiento	72
Tabla 7: Matriz de priorización para el área de Logística	73
Tabla 8: Indicadores y metas - Mantenimiento.....	76
Tabla 9: Indicadores y metas – Logística.....	77
Tabla 10: % de horas por tipo de mantenimiento -2017.....	78
Tabla 11: Disponibilidad operacional inicial.....	79
Tabla 12: Costo inicial del mantenimiento externo	80
Tabla 13: Costo de la falta de equipos	81
Tabla 14: % capacitación para el área de mantenimiento	81
Tabla 15: Costo lucro cesante de la falta de capacitación	82
Tabla 16: Costo lucro cesante de la falta de repuestos.....	83
Tabla 17: % Despachos realizados fuera de tiempo	84
Tabla 18: Pérdida de repuestos en el año 2017	85
Tabla 19: % de repuestos defectuosos	86
Tabla 20: Horas de capacitación 2017.....	86
Tabla 21: % Despachos no atendidos por falta de stock	87
Tabla 22: Listado de Unidades de transporte	90
Tabla 23: Indicadores de las unidades de transporte- 1.....	91
Tabla 24: Indicadores de las unidades de transporte - 2.....	92

Tabla 25: Sistemas de las unidades.....	93
Tabla 26: Numero de fallas totales.....	93
Tabla 27: Fallas de las unidades Volvo por sistemas.....	94
Tabla 28: Fallas de las unidades Scania por sistemas.....	95
Tabla 29: Equipos predictivos en función de las fallas	97
Tabla 30: Equipos predictivos a adquirir para las inspecciones	98
Tabla 31: Frecuencia de inspección predictiva- Scania	99
Tabla 32: Frecuencia de inspección predictiva – Volvo.....	100
Tabla 33: Distribución porcentual	102
Tabla 34: Factores y puntos	103
Tabla 35: Clasificación de evaluación	104
Tabla 36: Lista de proveedores de Ittsa Bus	105
Tabla 37: Evaluación de proveedores de la empresa Ittsa Bus.....	106
Tabla 38: Resultados de la clasificación de proveedores.....	107
Tabla 39: Costo unitario de almacenamiento	108
Tabla 40: Cantidad óptima de pedido	109
Tabla 41: Determinación del punto de reposición y stock de seguridad.....	112
Tabla 42: Presupuesto de las 5S	114
Tabla 43: Lista de chequeo para control y esta. luego de implementado las 5S.	115
Tabla 44: Puntajes actuales de la Lista de chequeo	116
Tabla 45: Rangos del Nivel de cumplimiento de las 5S	116
Tabla 46: Programa de Capacitación para el área de Mantenimiento.....	117
Tabla 47: Programa de Capacitación para el área de Logística.....	117
Tabla 48: % de horas por tipo de mantenimiento con la propuesta de mejora.....	118
Tabla 49: Disponibilidad operacional con la propuesta de mejora	119

Tabla 50: Reducción del mantenimiento externo	120
Tabla 51: N° de equipos de monitoreo con la propuesta de mejora.....	121
Tabla 52: Reducción del Costo de la falta de equipos.....	121
Tabla 53: % capacitación para el área de mantenimiento	122
Tabla 54: Reducción del costo lucro cesante de la falta de capacitación.....	122
Tabla 55: Reducción del Costo lucro cesante de la falta de repuestos	123
Tabla 56: Reducción del % de despachos realizados fuera de tiempo	124
Tabla 57: Pérdida de repuestos con la propuesta de mejora	125
Tabla 58: % de repuestos defectuosos con la propuesta de mejora	125
Tabla 59: Horas de capacitación al área logística con la propuesta de mejora....	126
Tabla 60: %Despachos no atendidos por falta de stock.....	127
Tabla 61: Incremento de la Rentabilidad	127
Tabla 62: Inversión de la propuesta de mejora	129
Tabla 63: Ingresos obtenidos por la propuesta de mejora	130
Tabla 64: Estado de resultados.....	130
Tabla 65: Flujo de caja	131
Tabla 65: Indicadores económicos.....	131

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

Según el Banco Mundial, el transporte es un motor fundamental del desarrollo económico y social de un país ya que genera oportunidades para los pobres y mejora la competitividad de la economía. La infraestructura de transporte conecta a las personas con los lugares de trabajo, los centros educativos y los servicios de salud. Además, permite la distribución de bienes y servicios a través del mundo, y facilita la interacción entre los seres humanos y la generación de conocimientos y soluciones que propician el crecimiento a largo plazo. Por ejemplo, los caminos rurales permiten prevenir muertes maternas al dar acceso oportuno a servicios relacionados con el parto, aumentar la matrícula escolar de las niñas, e incrementar y diversificar los ingresos agrícolas al conectar a los productores con los mercados.

Este sector es crucial para reducir la pobreza, impulsar la prosperidad y lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), (i) y constituye un tema central de los desafíos más importantes del desarrollo:

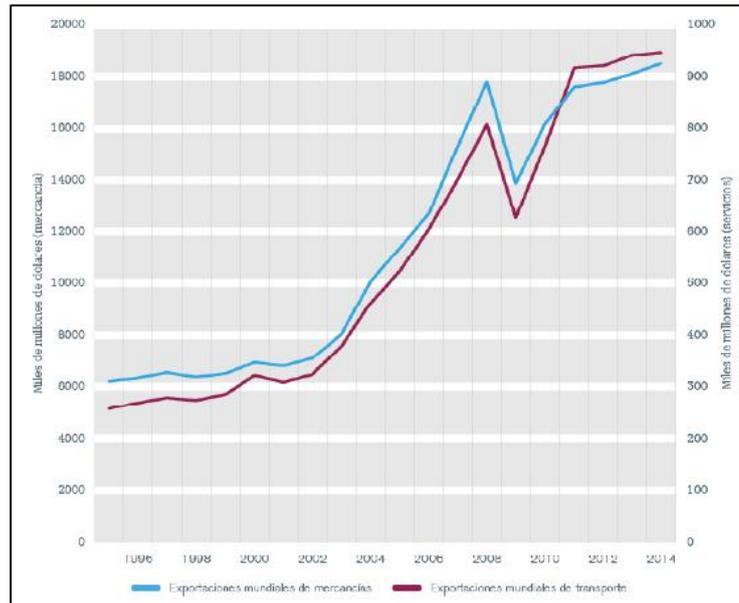
- El cambio climático: el transporte representa alrededor del 64 % del consumo mundial de petróleo, el 27 % del consumo total de energía y el 23 % de las emisiones mundiales de CO₂ relacionadas con la energía. Dado el aumento en las tasas de motorización, se espera un incremento considerable del impacto ambiental del sector del transporte.
- La rápida urbanización y motorización: en las ciudades vivirán unos 5400 millones de habitantes en 2050, es decir dos terceras partes de la población mundial. La cantidad de vehículos en funcionamiento se duplicará y llegará a los 2000 millones en dicho año.
- La accesibilidad y asequibilidad: alrededor de 1000 millones de personas de países de ingreso bajo aún no tienen acceso a caminos transitables todo el año. En muchas ciudades, el tiempo que se pierde debido a la congestión vehicular afecta la prosperidad. Los altos costos del desplazamiento reducen el ingreso de los pobres, quienes a menudo no cuentan con transporte público confiable y asequible.

- La seguridad vial: más de 1,25 millones de personas mueren y hasta 50 millones resultan lesionadas en accidentes de tránsito todos los años. El 90 % de las víctimas fatales se produce en los países de ingreso bajo y mediano, aunque en estos circula solo la mitad del parque automotor del mundo.
- La contaminación del aire: la contaminación provocada por los vehículos se ha vinculado con una serie de trastornos de salud, entre ellos las enfermedades cardiovasculares y pulmonares. La contaminación vehicular es responsable de manera directa de unos 185 000 fallecimientos cada año.

La rápida urbanización en el mundo en desarrollo ofrece la oportunidad de establecer sistemas de transporte más seguros, limpios, eficientes y accesibles, que contribuyan a reducir la congestión y la contaminación, facilitar el acceso a los empleos y disminuir el consumo de energía en el sector del transporte. En las ciudades medianas que surgen producto de la urbanización —donde vivirá la mayoría de los nuevos residentes urbanos— los planificadores de las ciudades tienen desde el principio la oportunidad de diseñar sistemas de transporte sostenibles e inclusivos, dejando atrás modalidades más contaminantes y costosas. En las ciudades más grandes o antiguas, la tecnología y la inteligencia de datos están ayudando a elaborar mapas de los patrones y las necesidades de desplazamiento, involucrando a la ciudadanía y mejorando la calidad y la eficiencia de las soluciones de transporte. (Banco Mundial, 2017)

El sector mundial de los servicios de transporte comenzó a recuperarse en 2010, año en que registró un crecimiento del 16%. Sin embargo, las exportaciones mundiales del sector, que ascendieron a 906.000 millones de \$EE.UU., no superaron sus niveles anteriores a la crisis hasta 2013. Así como se muestra en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1: Exportaciones mundiales de servicios de transporte



Fuente: Organización Mundial del Comercio

Durante el periodo 2004-2014, la economía peruana ha registrado un crecimiento promedio de 6,0% anual, sustentado en el buen desenvolvimiento de las actividades económicas servicios, comercio y construcción

En el 2014, el PBI creció 2,4%, como consecuencia de un aumento de la demanda interna (2.0%), el cual se explica por un incremento en el consumo privado (4,1%) y en el consumo público (6,4%). Asimismo, los sectores económicos no primarios contribuyeron al crecimiento del PBI creciendo 3,6%, explicado por una mayor producción en los sectores de servicios (4,9%), comercio (4,4%) y construcción (1,7%).

El Producto Bruto Interno (PBI) peruano registró un crecimiento de 2.5 % en el 2017 y acumuló 19 años de expansión continua, informó hoy el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) a partir del Informe Técnico de Producción Nacional.

En tanto que el crecimiento de la economía peruana en diciembre del año pasado fue de 1.32 %, acumulando 101 de meses de crecimiento continuo, según la entidad de estadística.

La producción del Sector Transporte, Almacenamiento y Mensajería creció en 4.01 % en diciembre del año pasado por la mayor actividad de Transporte (5.76 %); mientras que el subsector almacenamiento y mensajería disminuyó (-0.41 %). (Andina, 2017)

En el subsector transporte aumentó el transporte aéreo (16.7 %) por el mayor tráfico de pasajeros; también se incrementó el transporte por vía terrestre y tuberías (2.8 %) por el mayor tráfico de carga y pasajeros por vía férrea y por carretera.

La menor producción del subsector almacenamiento y mensajería se explicó por la menor actividad de almacenamiento y actividades de apoyo al transporte (-0.4 %), así como postales y mensajería (-0.8 %). En el 2017, este sector creció 2.92 %, señaló el INEI. (Andina, 2017)

Como se puede apreciar en las figuras anteriores el sector de transporte de carga ha ido incrementándose en los últimos años a nivel Nacional e Internacional.

Es por ello que las empresas dedicadas a brindar el servicio de transporte de de pasajeros debe enfocarse en brindar un servicio de calidad.

La empresa Ittisa Bus desde hace 25 años ha apostado por la constante mejora de sus servicios a través de una moderna flota de buses y un servicio personalizado,

La empresa cuenta con una flota de 92 buses en las marcas Scania y Volvo. El principal problema es que no se llega a cumplir con los viajes programados debido a problemas logísticos y problemas de mantenimiento que hacen que las unidades no se encuentren disponibles, ocasionado pérdidas económicas ya que se tiene que utilizar otras unidades que estaban asignadas para otros destinos.

Entre los problemas del área de mantenimiento tenemos:

La Falta de mantenimiento predictivo debido a que en el año 2017 tuvo un total de 29941 horas de reparación de los cuales el 70% (20959 horas)

corresponde al mantenimiento correctivo y el 30% (8982 horas) corresponde al mantenimiento preventivo. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Horas de mantenimiento predictivo

Tipo de Mantenimiento -2017	N° horas	%
Correctivo	20959	70%
Preventivo	8982	30%
Predictivo	0	0
Total	29941	

Fuente: Elaboración propia

La Falta de disponibilidad de las unidades de transporte, ya que la empresa no llegaba a su disponibilidad operacional meta actual que era de 98%, cabe mencionar que en el año 2017 la disponibilidad operacional fue de 90.4%.generando un costo lucro cesante (CLC) de S/.2, 920,906.

La falta de personal especializado para mantenimiento originó un costo de mantenimiento externo de S/.1, 922,334.

La falta de equipos para la detección de fallas ya que la empresa Ittsa Bus no cuenta con equipos que le faciliten la detección de fallas de los componentes de las unidades de transporte, si bien es cierto ellos realizan el mantenimiento preventivo, gran parte de este mantenimiento lo realizan las mismas concesionarias, es por ello que cuando hay una falla; los mecánicos de la empresa tratan de dar una solución inmediata, generando un costo de S/.384,466.83.

La falta de capacitación al área de Mantenimiento ocasionó que se tenga tiempos de parada debido que los operarios no saben lo que tiene que hacer para solicitar un mantenimiento. Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es de 8 min por cada falla, originando un costo lucro cesante anual de S/.32, 143.

Entre los problemas del área logística tenemos:

La falta de control de tiempos de la entrega de repuestos genera tiempos muertos por las demoras en la entrega de repuestos que se da cuando se

realiza el mantenimiento correctivo y esto debido a que no existe una adecuada clasificación de los repuestos, generado un Costo lucro cesante de S/.522, 762.

La falta de un proceso de evaluación de proveedores ocasionaba que los proveedores entregaran los repuestos solicitados con retrasos, afectando la disponibilidad operacional debido a que se extendía el tiempo para dar solución a la falla correctiva.

La falta de gestión en el almacén originó tiempos muertos generando retrasos en el mantenimiento y por ende pérdidas económicas. Cabe mencionar que este sobretiempos en los despachos genera un Costo lucro cesante (CLC) de S/. 45,113.

La Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y en el taller de mantenimiento. La manipulación de estos repuestos y la no detección de fallas a la hora de realizar un mantenimiento ocasionan que muchas veces se deterioren los repuestos o también por quedarse guardados se ven desgastados e inservibles. En el año 2017 la empresa tuvo una pérdida de repuestos por lo motivos antes mencionados de S/. 163,202.

La falta de capacitación en temas logísticos originó retrasos en la entrega de repuestos debido a la falta de stock. El % promedio de despachos no atendidos por falta de stock fue de 7.2%, lo que generó un Costo Lucro Cesante de S/. 168,959.00

Es por ello que se espera que con la propuesta de mejora de la gestión de Mantenimiento y Logística se logre incrementar la rentabilidad de la empresa Ittisa Bus.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística sobre la rentabilidad de la empresa Ittisa Bus?

1.3 Hipótesis

La propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística incrementa la rentabilidad de la empresa Ittisa Bus.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Determinar el impacto de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística sobre la rentabilidad de la empresa Ittса Bus

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del área de Mantenimiento y Logística de la empresa Ittса Bus.
- Desarrollar una propuesta de gestión de Mantenimiento y Logística en la empresa Ittса Bus
- Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística en la empresa Ittса Bus

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación aplicativa o práctica

El presente estudio se justifica, debido a que actualmente no se llega a cumplir el número de viajes programados de las unidades de transporte de pasajeros a causa de fallas correctivas que no pueden ser arregladas de manera inmediata debido a la falta de disponibilidad de los repuestos necesarios.

1.5.2 Justificación teórica

El presente estudio se justifica, debido a que actualmente no se llega a cumplir el número de viajes programados de las unidades de transporte de pasajeros debido a fallas correctivas que no pueden ser arregladas de manera inmediata debido a la falta de disponibilidad de los repuestos necesarios, siendo la alternativas de solución la aplicación de un sistema de Mantenimiento y Logística.

1.5.3 Justificación valorativa

El presente estudio se justifica, ya que el diseño de un sistema de Mantenimiento y Logística, se verá reflejado en la mejora de la rentabilidad de la empresa debido a que permitirá reducir las fallas correctivas y a la vez asegurar el abastecimiento de los repuestos necesarios para que el tiempo de reparación de las unidades sea el óptimo y puedan cumplir con los viajes programados aumentando de esta forma los ingresos de la empresa.

1.5.4 Justificación académica

El presente estudio se justifica, ya que al aplicar herramientas de Ingeniería Industrial, servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones acerca de mantenimiento y logística en empresas de transportes de pasajeros.

1.6 Tipo de investigación

1.6.1 Por la orientación: Aplicada

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Por el diseño: Pre – Experimental

1.8 Variables

- **Variable independiente**

Propuesta de mejora de la gestión de Mantenimiento y Logística

- **Variable dependiente**

Rentabilidad de la empresa Ittsa Bus.

1.9 Operacionalización de las variables

Tabla 3: Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES+B1:F14			
TÍTULO: "PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA ITSA BUS".			
PROBLEMA	VARIABLES	INDICADOR	FÓRMULA
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística sobre la rentabilidad de la empresa Itsa Bus?	INDEPENDIENTE: -Propuesta de mejora de la gestión de Mantenimiento y Logística	Confiabilidad	$MTBF/(MTBF+MTTR)$
		Disponibilidad	$MTTF/(MTTF+MTTR)$
		Mantenibilidad	$M(t) = 1 - e^{-(\mu)t}$, $\mu = 1/MTTR$
		Mejorar la Disponibilidad de Flota	$\frac{\sum N^{\circ} \text{ Unidades reales } \times \text{ Convoy}}{\sum N^{\circ} \text{ Unidades deseadas } \times \text{ Convoy}} \times 100\%$
		Nivel de cumplimiento de viajes a sus clientes	$(N^{\circ} \text{ de viajes realizados} / N^{\circ} \text{ de viajes planificados}) \times 100\%$
		Rotación de almacén	Valor del repuesto consumido/Valor del stock de repuesto
		Porcentaje de piezas con movimiento	$(\text{Piezas que han tenido movimientos en un periodo fijado} / N^{\circ} \text{ de Piezas totales}) \times 100\%$
	Tiempo medio de recepción de pedidos	$\frac{\sum \text{demora de cada pedido}}{N^{\circ} \text{ de pedidos totales}}$	
	DEPENDIENTE: Rentabilidad de la empresa Itsa Bus.	Margen de Utilidad sobre Ventas	$(\text{Utilidad Neta} / \text{Ventas}) \times 100\%$
		Valor actual neto	$VAN = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n}$
Tasa Interna de Retorno		$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes de Mantenimiento

1. INTERNACIONAL

- **Ixpatá, Edwin (2010), “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamables, en la empresa Transproductos, S. A.”, Tesis de grado Ingeniera Mecánica, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, el cual concluye:**

El presente trabajo, fue desarrollado a través del programa de EPS en la empresa Transproductos, S.A., y se basa en la necesidad de diseñar un programa de mantenimiento preventivo en cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa, que se dedica a la producción de bolsas plásticas de polietileno de baja densidad. También se establecen mejoras al sistema de ventilación y extracción de vapores, enfocado a las necesidades actuales de la planta. Se analiza la situación actual del mantenimiento, que se le brinda a toda la maquinaria de la planta, donde se logró determinar la falta de un programa de mantenimiento preventivo que ayude a mejorar el rendimiento de los equipos industriales que posee la empresa.

Para las mejoras en el sistema de extracción de vapores, se realizó un estudio basándose en observaciones de las diferentes áreas de trabajo, determinando así las condiciones ambientales y ergonómicas en las que el personal labora y se desarrolla diariamente, como también los actos y condiciones inseguras que debían ser corregidos adecuadamente

Se llegó a tener la siguiente conclusión, un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que se tiene una programación de las actividades que deben de efectuarse en cada una de las máquinas con una frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla o

anomalía y mantenerlas en óptimas condiciones de funcionalidad

- **Constante, Juan (2014), “Mejoramiento de la producción de una planta embotelladora de cerveza súper línea de cervecería nacional.”, Tesis de grado Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, el cual concluye:**

El objetivo de este proyecto se enfoca en brindar mediante un análisis estructurado poder mantener en óptimas condiciones las instalaciones, maquinarias y equipos, sean estos nuevos o no, para alcanzar un elevado porcentaje de confiabilidad. En el aspecto del mantenimiento de los equipos, se tienen continuas averías y existe un alto nivel de stock de inventario para atenuar el tiempo perdido por las paradas no programadas; esto posteriormente afecta de manera directa al costo de producción.

La metodología que se siguió se basó en administrar la información de las fallas de los equipos para determinar oportunidades de mejoras y verificar las acciones tomadas para el tratamiento de averías importantes. Se generó controles para el monitoreo del costo de mantenimiento específico, de la eficiencia de los equipos y del cumplimiento del plan de mantenimiento, logrando verificar la eficacia de la gestión del área de envasado.

Los resultados que se obtuvieron, fueron la reducción de las averías en un 20%, como consecuencia de la participación de los operarios en identificación de anomalías técnicas en los equipos durante la operación habitual y la correcta implementación de las acciones que resultaron de los análisis de fallas. Se evidenció la importancia de las tareas de mantenimiento planeado por medio de la transferencia de habilidades y conocimiento de tareas rutinarias y preventivas. Los resultados fueron analizados comparando el costo, riesgo y beneficio que conllevó a la implantación del Diseño del Sistema de Mantenimiento Preventivo; de esta manera se determinó la factibilidad del presente proyecto y se logró que el programa de TPM se convierta en un sistema de mejora continua

que la empresa requiere.

- **Molina, J. (2015), “Planificación e implementación de un modelo logístico para optimizar la distribución de productos publicitarios en la empresa Letreros Universales S. A”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana – Guayaquil, el cual concluye:**

La presente investigación aborda la problemática de los modelos logísticos para mejorar la satisfacción de los clientes, por ello se planteó como objetivo general, planificar e implementar un modelo logístico para optimizar la distribución de productos publicitarios en la empresa Letreros Universales S. A.; para el efecto se llevó a cabo una investigación descriptiva, deductiva, cuantitativa, empleando las técnicas de la encuesta, entrevista y del instrumento del cuestionario a una muestra de 45 clientes y de 10 trabajadores, cuyos resultados evidenciaron la falta de un modelo logístico, por ello no se planifican los procesos de compras, recepción y almacenamiento que se realizan de manera aislada, con posterioridad del pedido del cliente, a lo que se debe añadir que tampoco se han evaluado las rutas ni los costos del transporte en la distribución de productos publicitarios al domicilio de los clientes, siendo el atraso que manifiesta el comprador hasta de cinco días, generando inclusive que sus clientes puedan perder contratos de trabajo.

Por este motivo se plantea un modelo administrativo, que se basa en la aplicación de los métodos del punto de repedido, lote económico del pedido, modelo de transporte y red PERT para mejorar la productividad.

Resultados: Alcanzando la inversión en esta alternativa, 46,81% de TIR, \$32.389,64 de VAN, recuperación del capital a invertir en 2 años y 3 meses y coeficiente beneficio / costo de 2,02 que evidenciaron la factibilidad de la propuesta.

2. NACIONAL

- **Huancaya, C. (2016), “Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú-Perú, el cual concluye:**

El presente trabajo desarrolla un proyecto de mejora de la Disponibilidad Mecánica y Confiabilidad Operacional de una Flota de Cosechadoras de Caña de Azúcar, para lo cual se desarrolla un modelo que permita optimizar los referidos indicadores.

Se trabajó en base a la data de operación y mantenimiento de la flota con la que cuenta la empresa para un periodo de 17 meses, se parte de la realización del Análisis de Criticidad en donde se define y cuantifica los parámetros en base a los cuales se jerarquizarán las cosechadoras de la flota a partir de donde se seleccionará el equipo más crítico y se pasará a analizar cada una los modos de falla que ha presentado el equipo para dicho periodo. Se realizó el Análisis Modal de Fallas y Efectos en donde se logró clasificar y analizar cada una de los modos de falla que presentó el equipo crítico para el referido periodo, la máquina presenta 178 modos de falla, de los cuales se seleccionan los 5 más críticos en base a los índices de gravedad, ocurrencia y detectabilidad, para la obtención de resultados más fiables se tomaron los referidos modos de falla críticos de toda la flota. Mediante un Software de Mantenimiento Especializado se estima los parámetros de vida de uno de los modos de falla críticos, a partir de donde se estima valores de Confiabilidad para determinados periodos de tiempo, posteriormente se calcula los Indicadores de Clase Mundial (MTBF, MTTR y Disponibilidad) y la Efectividad Global del Equipo (OEE) que permiten observar el estado actual de la flota. Seguidamente, se propone una serie de acciones para las Áreas de operación y mantenimiento que involucran a la empresa, con las cuales se pueda

prevenir que vuelva a ocurrir la falla crítica.

Con el plan de mantenimiento que cuenta la empresa el rendimiento de la producción es de 1 278 167 toneladas de caña en lo últimos 17 meses, con el desarrollo del proyecto de mejora se podrá llegar hasta 1 280 190,45 toneladas de caña. Con la implementación de la optimización del plan de Mantenimiento se lograría una utilidad de hasta 32 096,37 dólares americanos para los próximos 17 meses con lo cual se justificaría desde el punto de vista económico.

- Félix D. y Castañeda O. (2013), “Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de las maquinarias en la planta Merrill Crowe de Minera Coimolache S.A., Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Perú, el cual concluye:

Con la base teórica adquirida en mantenimiento, se realizó un diagnóstico de la gestión actual del sistema de lubricación encontrando estos problemas: temperaturas de funcionamiento elevadas, fugas de lubricante, lubricante inadecuado y tiempo de demora para realizar las tareas de lubricación. Dentro de las principales causas de los problemas del sistema de lubricación actual se encontraron: Gestión de la lubricación, Infraestructura, Método y Entrenamiento. Para ello se han planteado las siguientes propuestas de mejora: estandarización y consolidación de lubricantes, almacenamiento y manejo de lubricantes, control de la contaminación, educación y entrenamiento del personal, prácticas de lubricación y relubricación, procedimientos y guías de lubricación.

En esta tesis se logró implementar el sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación y además se logró mejorar la confiabilidad de la maquinaria de 0.5 a 0.83 y se logró reducir el tiempo de cambio de aceite en 54.98% y el re-engrase en 50.38%.

- **Marcelo, L. (2014), “Análisis y propuestas de mejora de sistema de gestión de almacenes de un operador logístico”, Tesis de grado para optar el Grado de Magister en Ingeniería Industrial con Mención en Gestión de Operaciones, Escuela de Postgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú-Perú, el cual concluye:**

La presente tesis es un trabajo de investigación que se enfoca en desarrollar un sistema de gestión de almacenes para las empresas de retail, que incluye el almacenaje de mercadería y la correcta distribución de ésta a los diversos puntos que son requeridos por sus clientes. El conocimiento y aplicación de software permitirá administrar y gestionar; además será el inicio de una serie de acciones a realizar orientadas hacia la mejora continua.

Las exigencias de los clientes respecto de la calidad de los productos son cada vez mayores, asimismo el mercado exige ser bastante competitivo en costos, por lo cual un elemento diferenciador, será el analizar la mejora en los procesos logísticos y eliminar todo lo que no genera valor

Resultados: Finalmente el sistema de gestión de almacén propuesto permite la fácil coordinación de información y distribución dentro del almacén que supera las expectativas del mercado local en un Operador Logístico generando un impacto positivo en la viabilidad económica tal como: VAN \$ 315,528.06 y TIR 97%, adicionalmente se logró desarrollar actividades logísticas de la empresa como: disminución de mermas en un 27%, los traslados de productos en un 43%. Asimismo tiene como ventajas: validar información de proveedores, disminuir niveles de inventario, agilizar rotación artículos, plantear rutas óptimas de distribución, coordinar efectivamente los recursos, espacios, personal, entre otros.

3. LOCAL

- **Arrieta, E. (2012), “Propuesta de mejora en un operador**

logístico: análisis, evaluación y mejora de los flujos logísticos de su centro de distribución”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú-Perú, el cual concluye:

La presente tesis consiste en realizar una propuesta de mejora en los procesos de un operador logístico, en el que pretende optimizar el traslado de productos dentro de sus zonas de trabajo, utilizar menos tiempo y recursos operativos que permitan incrementar el desempeño del personal dentro del centro de distribución logística de la empresa en estudio.

El diagnóstico identificó que la empresa tenía dificultades en todas sus líneas de trabajo, principalmente en la recepción, almacenamiento y preparación de productos.

La ejecución de las propuestas de mejora generaron un impacto positivo en el desarrollo de las actividades logísticas de la empresa, ya que se logró reducir en promedio: los tiempos de operación en un 80%, los traslados de productos en un 43% y los costos de operación en un 91%. A su vez, permitió el ordenamiento de los flujos logísticos, la redefinición de los acuerdos de nivel de servicio con el cliente en función a su capacidad operativa real, la reducción de las diferencias de inventario en un 77%, la optimización de la generación y captura de información mediante RFID, en la mejoría del desempeño del personal aplicando la filosofía de trabajo 5'S.

- “TPM Reducción de Costos y Maximización de la Productividad en Procesos (Pampa Larga) de Minera Yanacocha”, Investigación realizada por Cinthia Karina Quiste Pérez en la Universidad Privada del Norte., el cual concluye:

Título: TPM Reducción de Costos y Maximización de la Productividad en Procesos (Pampa Larga) de Minera Yanacocha.

El presente estudio de investigación se realizó en la empresa Casa Grande S.A.A, y tuvo como finalidad la reducción de los costos logísticos en un 95%, usando técnicas y métodos de la administración científica. El problema de investigación surge cuando se identifican los siguientes síntomas: retrasos en la liberación de las solpes, la gestión de stocks se basa en una cuota de buen juicio, intuición y simple observación de los niveles de consumo, no se utiliza un modelo estructurado para el control de stocks, no se cuenta con una técnica eficiente de clasificación de inventarios en la que se tome en cuenta sus características comunes, naturaleza, uso, etc. Se realizó un diagnóstico a la gestión del sistema logístico actual de la empresa, posteriormente se analizó un total de 1755 ítems aplicando la técnica ABC.

Se ha logrado la reducción de los costos de adquisición de renovación en un 2.63% comparado con el sistema actual, en la gestión de almacén se reduce los costos de almacenamiento en un 3.11% y la tasa de posesión en un 6.08%, en la gestión de inventarios la reducción del costo total de almacenamiento anual en un 72.48%, un ahorro significativo equivalente a S/. 5 911,830.02 nuevos soles. Por último se efectuó una evaluación económica considerando todos los ahorros que podrían generar de la propuesta, así como los posibles costos de implementación en los que se deberían incurrir. El flujo de caja realizado arrojó un VAN de S/.41,050.00 un TIR = 95%, B/C=2.095. Considerando que el proyecto esté completamente implementado en un año, lo que es bastante favorable, ya que lo que se busca es reducir los costos logísticos sin incrementar los costos totales. En general se puede concluir que este proyecto es completamente realizable desde el punto de vista, económico y porque además se consideraron todos los costos de la mejora, de la implementación y funcionamiento de manera que existan incentivos, para que estos ejecuten los cambios propuestos, disminuyendo de esta manera la resistencia al cambio y asegurándose un mayor éxito en la implementación.

2.2 Bases Teóricas

1. Mantenimiento

A. Plan de Mantenimiento

Se le define como el conjunto de actividades o acciones para que se pueda dar el mantenimiento correspondiente, como se sabe, el área de mantenimiento es uno de los pilares, ya que el que le da la disponibilidad de equipos para que pueda trabajar la empresa, aunque muchas veces es mal visto como una área secundaria y es subordinado por producción, esto nos confirma Garrido, S. (2010). “Los departamentos de mantenimiento han estado tradicionalmente subordinados a producción, siempre por debajo en la línea jerárquica de la empresa”

Se considera que un buen plan de mantenimiento es donde se considera todas fallas posibles ya sea en equipos A (equipo cuya parada interrumpe el proceso, llevando a la facturación cesante), B (equipo que participa del proceso pero que su parada por algún tiempo no interrumpe la producción) o C (equipo que no participa del proceso) de la empresa, muchas veces el fabricante de los equipos realiza el plan correspondiente, que muchas veces es preventivo o correctivo pero como se sabe, en Perú, son pocas las empresas que trabajan así, sino que esperan que se presente una falla para poder rehabilitar el equipo. (Garrido, 2010).

A.1. Tipos de Mantenimiento

a. Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento surge porque muchas veces esperamos que un equipo presente una falla, para corregir, en vez que cada cierto tiempo hacerle una pequeña revisión, es por eso que este mantenimiento también es conocido como mantenimiento planificado, mantenimiento proactivo o mantenimiento basado en el tiempo pues se trabaja con datos de los fabricantes o con estadísticas sobre las fallas más comunes en los equipos. (Chang, 2013).

Este mantenimiento evita las paradas no programadas o llamadas también de emergencia, las cuales de por sí, ya generan altos costos, ya que el operario solo hace funcionar a la máquina por largas horas y no toman mucho en cuenta el terreno donde se realizan las actividades.

El mantenimiento preventivo genera una serie de conjunto de planes que se deben programar, estos son muy completos, ya que se detallan los repuestos que se emplearán, el personal técnico, las herramientas, etc.

Existen diversos tipos de mantenimientos preventivos, entre los cuales sobresalen:

- **Tareas de Mantenimiento:** Son aquellos trabajos que se realizan para evitar las fallas, donde tenemos principalmente la lubricación, la limpieza y ajustes.
- **Cambios en los procedimientos de mantenimiento:** Este cambio se da en los operarios, siempre ellos pueden trabajar de una manera que tal vez este equivocada, es por eso que un cambio no vendría mal, eso mejoraría su productividad, además de invertir en capacitaciones para evitar que los operarios sean reacios al cambio.
- **Mejoras a la Instalación:** Algunas de las fallas se pueden reducir si se mejora el área donde se realizan las actividades, las herramientas, los diseños de una pieza, entre otros.(Chang,2013)

b. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se define como aquel que se dedica a corregir las fallas en una máquina y/o equipo, es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

Para este tipo de mantenimiento, es importante que el equipo del área de mantenimiento pueda actuar de una manera rápida para que pueda rehabilitar el equipo y/o maquina en un tiempo menor y así evitar altos costos por la parada de la máquina. Este tipo de mantenimiento es el más utilizado por las empresas en el Perú, ya que los operarios esperan que se efectúe una falla para poder repararla.

Este tipo de mantenimiento no se puede eliminar en una empresa, ya que siempre habrá fallas que nadie podrá pronosticar, pero con una buena gestión, se podrá reducir los costos y rehabilitar el equipo evitando así problemas futuros. (Molina, 2010)

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo:

c. Mantenimiento Correctivo No Planeado

Este tipo de mantenimiento se realiza con los recursos disponibles en el momento que ocurrió la falla.

Este mantenimiento obliga a actuar con la mayor rapidez posible para superar las averías producidas, evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores o al ambiente.

Se aplica normalmente a los equipos o componentes en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la producción, seguridad u otros factores. (Molina, 2010)

d. Mantenimiento Correctivo Planeado

Este tipo de mantenimiento se planifica porque se cuenta con disponibilidad de manuales de operación y mantenimiento de unidades, catálogos de repuestos, personal entrenado y capacitado a modo que en el momento actúen de una manera rápida y eficaz.

También permite programar la parada del equipo y la ejecución de los trabajos sin ninguna urgencia y sin interferir en la producción, que lo diferencia del mantenimiento por emergencia.

La oportunidad de realizar este mantenimiento se dará en los cambios de turnos, fines de jornada, periodos de baja producción, etc. (Mora, 2009)

e. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento es aquel que se realiza luego de hacer revisiones o constantes seguimientos a las principales variables de la máquina y/o equipo como son: temperatura, presión, nivel de aceite. Esto también nos confirma Olarte, W. (2010) realiza un pronóstico en base al monitoreo del comportamiento y características de un sistema realizando cambios antes de llegar a su punto crítico.

Este tipo de mantenimiento reduce considerablemente el costo por mantenimiento que puede tener cuando ocurre una falla, además de que permite que se realice con una mayor rapidez y siendo eficaz.

Una de las características más importantes de este mantenimiento es que su aplicación no altera el funcionamiento normal del equipo o la planta. La inspección de los parámetros se realiza de forma periódica.

Algunos de los principales beneficios son:

- Reduce el tiempo de falla.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento
- Permite tomar decisiones sobre la paralización de las máquinas.
- Reducción de los tiempos muertos.
- Reducción de compras urgente de repuestos (Olarte y Zavaleta, 2010)

B. Beneficios del mantenimiento preventivo.

Los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes son los siguientes:

1. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).

Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos"

2. Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.

Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa. (Sima, (s.f.))

3. Mejora la utilización de los recursos.

Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con:

El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.

4. Reduce los niveles del inventario.

Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.

5. Ahorro

Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo. (Sima ,(s.f.))

B.1. Pasos para un efectivo mantenimiento preventivo.

Probablemente su modelo tenga algunas diferencias no significativas, dependiendo de cómo este estructurada su organización, de sus políticas y otros factores, pero todas las opciones se pueden manejar en un momento determinado. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Determine las metas y objetivos.

El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente, qué es lo que se quiere obtener del programa. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

Si tiene alguna dificultad con sus metas puede tomar algunos "tips" de la lista de beneficios del programa de mantenimiento mencionado con anterioridad, mostramos ahora algunos ejemplos muy simples:

- Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60%.
- Reducir las fallas en un 70%.
- Mejorar la utilización de la M. O. en un 30%.
- Incrementar el radio del mantenimiento programado respecto al mantenimiento reactivo en una proporción 2 a 1. (Sima ,(s.f.))

2. Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo.

Decida qué tan extenso pueda ser su programa de mantenimiento preventivo. Qué debe de incluir y dónde debe de iniciar.

a. Maquinaria y equipo a incluir.

La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta; Algunas veces esto es muy fácil y otras veces no, esto depende de lo que manufacture su compañía; piense en su lista y acuda a sus clientes (producción, cabezas de departamento, etc.) y pregúnteles; después de todo, ellos son las personas a quienes debe atender.

Haga de su programa de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos.

b. Áreas de operación a incluir.

Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que concentre sus esfuerzos y más fácilmente realice mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que probó que se obtienen resultados.

c. Decida si se van a incluir disciplinas adicionales

Debe determinar si implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso. (Mantenimiento preventivo tradicional.)

Inspecciones periódicas de monitoreo, y análisis de aceite (el cual es parte de un mantenimiento predictivo).

Lecturas de temperatura / presión / volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores.)

O cualquier otro subsistema. (Sima ,(s.f.))

La maquinaria y equipo que seleccionó para incluir en el programa, determinará si necesita disciplinas adicionales de mantenimiento preventivo, cada subsistema provee beneficios, pero también influirá en sus recursos disponibles. Tenga esto siempre presente e inclúyalo en su propuesta original.

d. Declare la posición del mantenimiento preventivo.

Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.

No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer su programa muy difícil, esto sucede frecuentemente. (Sima, (s.f.))

e. Medición del mantenimiento preventivo.

Muchos de los componentes del plan de mantenimiento preventivo han sido ya discutidos aquí, solo queda ponerlos todos bajo una cubierta y desarrollar una línea de tiempo para su implementación, así como para desarrollar los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso.

Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan.

Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo.

También cuando requiere expandir el programa y no puede probar que está trabajando para obtener los resultados que predijo, no encontrará fondos u otros recursos necesarios.

Por último y de mucha importancia, si no mide los resultados no podrá afinar su programa; en concreto, si no hace de su sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir su programa. Así es como fueron concebidos otros programas pobres. (Sima, (s.f.))

f. Desarrolle un plan de entrenamiento.

No necesitamos mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.

g. Reúna y organice los datos.

Esta puede ser una actividad bastante pesada, independientemente de si tiene implementado o no, un sistema completo. Recuerde que estamos hablando del programa de mantenimiento preventivo.

Son diversos los elementos requeridos para ordenar e implementar un programa de mantenimiento preventivo.

3. Para establecer su programa de mantenimiento preventivo siga los siguientes pasos:

- Los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado de equipos.
- Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo). Esta tabla le indicara al sistema con qué frecuencia debe de generar las órdenes de trabajo, o su gráfico de MP, así como el establecimiento de otros parámetros para su programa.
- Requiere planear sus operarios y contratistas para sus órdenes de trabajo de MP, su programa necesitará de códigos de oficios y actividades. Adicionalmente necesitará ingresar estos datos a la base de datos electrónica o enlazarlos de alguna manera con su programa de MP.
- La planeación y el uso de materiales y refacciones en los registros del MP por máquina, requiere para ello ingresar con anticipación los artículos de inventario y enlazarlos a su programa de MP.
- Debe tener procedimientos detallados o listados de rutinas, listos en el sistema o en algún procesador que facilite su control de allí que tenga que planear su codificación, también es buena idea mantenerlos en “file” por máquina o equipo. Busque siempre soluciones simples.
- Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo. Una vez que ha seleccionado la maquinaria y equipo que será incluido en su programa de MP, necesitará determinar qué frecuencia va a utilizar en cada orden de trabajo que se ha de emitir.

Una máquina puede llegar a tener programados varios MP, los que van desde simple inspección, ruta de lubricación, análisis de aceite, reposición de partes, diagnósticos de predictivo, etc.

Por lo que sugerimos utilice criterios como, múltiplos de 28 días, horas de operación, piezas producidas, o bien emitir OT de inspección previa a la ejecución del MP.

Si requiere de toma de lecturas, inspección diaria o rutas de lubricación necesitara de un programa de tareas que soporte este tipo de MP. (Sima, (s.f.))

Como puede observar esto puede incrementar su carga de trabajo, utilizar entonces un sistema basado en la confiabilidad de máquina, sub-ensamble o componente, así como historiales de intervenciones.

4. Procedimientos del mantenimiento preventivo.

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo. Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

Los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la ordene de trabajo correctivo, o rutinario. En algunos casos se colocan los procedimientos en un lugar específico en la máquina.

Utilizar un procesador de palabras externos para esta función, y programas para planos, dibujos y fotografías. (Sima, (s.f.))

5. Plan de implementación.

Hasta este punto solo hemos mencionado toda la información de un programa dedicado al mantenimiento preventivo manual o computarizado.

Cualquier buen sistema de mantenimiento preventivo necesita de esta información y casi cualquier sistema podría hacer buen uso de este frente final de trabajo. Una vez reunido y organizado el trabajo es simple el resto.

Esto por supuesto no es una rutina pequeña, pero es donde realmente la fase de implementación comienza.

No debe usted omitir la necesidad de la utilización del factor humano, usted sabe mejor que nadie de las capacidades de su personal en relación al mantenimiento, inspecciones y rutinas, por lo que seguramente necesitara diseñar programas de capacitación tanto para operadores y técnicos.

Una vez que la información está reunida, necesitará revisar la prioridad para comenzar la operación. Deben existir varios reportes que le permiten este tipo de revisión, pero el primero a revisar es el programa maestro de mantenimiento preventivo.

Un reporte así, prevé un buen panorama de todos los equipos con registro de mantenimiento preventivo y permite una selección completa y capacidad de ordenamiento para la impresión o elaboración de las órdenes de trabajo, de acuerdo los requerimientos.

Puede también utilizar una gráfica de carga de trabajo. La idea principal es observar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo con una prioridad definida, y aquellos M.P's que no se han generado todavía, con un abanderamiento, como la fecha de su generación para su fácil detección.

Con estos dos reportes, el programa maestro de MP y la gráfica de carga de trabajo le serán útiles una vez que haya generado las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo y necesite ajustar la

carga de trabajo, proporcionándole también la predicción del MP antes de que se genere y hacer los ajustes necesarios, inclusive a las necesidades de producción de la disponibilidad de maquinaria y equipos.

Para ajustar la carga de trabajo del mantenimiento preventivo antes de la generación, necesitará usar una opción de cambios en su programa de mantenimiento preventivo y asignar los datos a los registros maestros con el fin de generarlos sobre los datos que desea.

Una vez que todos los ajustes se hayan hecho, estará listo para generar su primer listado de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo; en un sistema computarizado, esto es básicamente un proceso automático. Todo lo que necesita es dar la instrucción de generación, una vez generado, cualquier ajuste fino puede ser realizado, a través de la característica de programación de órdenes de trabajo. (Sima, (s.f.))

6. Medición de resultados y establecimiento de nuevas metas.

Es éste un punto muy importante y el más comúnmente pasado por alto en el plan de mantenimiento preventivo.

Muchos programas de mantenimiento preventivo bien planeados fallarán debido a que este paso es dejado fuera del plan. Si usa un sistema computarizado, no hay ninguna razón para pasar por alto esta función. Una base de datos electrónica proporciona muchos reportes que pueden ser usados para medir el funcionamiento. El truco real es poner los puntos de referencia para obtener los parámetros a medir. Algunos ejemplos:

- ¿Cuántas órdenes de trabajo de emergencia o urgentes emitieron durante el mes?
- ¿Cuál es el gasto mensual en mano de obra y materiales por reparaciones en mantenimiento?

- ¿Cuántos equipos tiene con problemas crónicos?
- ¿Cuál es su nivel corriente de actividad de mantenimiento preventivo en relación con la actividad total de órdenes de trabajo dentro de mantenimiento?
- ¿Cuál es el valor corriente de su inventario y cuál ha sido el promedio en los últimos seis meses?
 - Existen muchos reportes más, sin embargo, estos pueden darle algunas ideas. Todas estas preguntas pueden ser contestadas con los reportes estándar. Realizar mediciones una vez al mes es más que recomendable. (Sima, (s.f.))

7. Revisión del plan.

Recuerde, haga de su programa de mantenimiento preventivo un programa activo, revisando su plan constantemente, cada vez que obtenga los reportes del progreso debe revisar y ajustar su plan.

Por ejemplo: Si un equipo en particular se muestra en la lista cada vez que consulta el reporte resumen de costos por equipo, revise el programa de mantenimiento preventivo para ese equipo y si es posible, haga ajustes en el MP que reduzcan la cantidad de reparaciones de mantenimiento (Correctivo) que tiene que realizar a este equipo. Para ello debe poner particular atención en este equipo, puede ser que su programa o el trabajo técnico no estén siendo efectivos.

Si su programa no parece avanzar, a través de las metas que propuso, entonces ajuste sus metas, conduciendo una revisión detallada de todos los programas y realice los ajustes necesarios para llevar su programa por un buen camino.

Si sólo adiciona un poco de las recomendaciones -no espere poder ejecutar su plan de mantenimiento preventivo en forma correcta-, por otra parte, no podrá prever todos los imponderables; digamos que

cada vez que cambie el programa de producción su plan de mantenimiento preventivo necesitará algunos ajustes.

Como un ejemplo: El programa de MP cuando la maquinaria y equipos están bajo una producción máxima es totalmente diferente al programa que se ejecuta cuando la producción es baja. (Sima, (s.f.))

C. Determinación de la frecuencia con la que debe llevarse a cabo cada tarea de mantenimiento.

Existen tres formas de determinar la frecuencia: utilizando métodos estadísticos, utilizando modelos matemáticos o basándose en la experiencia de los técnicos que deben elaborar el plan de mantenimiento. La primera es compleja, y no siempre (más bien rara vez) se dispone de datos suficientes como para realizar un estudio estadístico adecuado. En estos casos se utiliza la distribución de Weibull para fijar el momento más adecuado para llevar a cabo una tarea de mantenimiento.

Es posible además utilizar modelos matemáticos capaces de predecir la duración de una pieza, y por tanto, la necesidad de sustituirla antes de que se produzca un posible fallo. Son modelos complejos, y de nuevo, un departamento de mantenimiento no siempre dispone de tales modelos, ni es capaz de desarrollarlos. El fabricante de la pieza puede disponer de tales modelos o de herramientas suficientes para determinar la vida de cada componente, aunque desde luego no son técnicas sencillas de aplicar ni ofrecen resultados irrefutables.

Por último, la frecuencia se puede fijar en base a la experiencia de los técnicos encargados de elaborar el plan de mantenimiento. Con diferencia esta es la forma más habitual de realizarlo, sencillamente porque las dos anteriores resultan de una complejidad excesiva para un departamento de mantenimiento habitual. Se requiere por tanto cierta experiencia a la hora de redactar un plan, o en su defecto, aprovechar la experiencia de otros. (Renovatec, (s.f.))

Existen dos formas de indicar la frecuencia con la que debe realizarse una tarea de mantenimiento:

- Siguiendo periodicidades fijas, es decir, indicando el espacio de tiempo que debe transcurrir entre intervenciones
- Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que, por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y, por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso.

No es fácil fijar unos criterios para establecer la frecuencia con la que realizar las diferentes tareas de mantenimiento que componen el plan de mantenimiento de una instalación. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar un fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre de media hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo. El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer este estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del

comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación. Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos. (Renovatec, (s.f.))

La frecuencia diaria, que a veces se aumenta y se realiza por turno e incluso por hora, se reserva a las actividades de mantenimiento realizadas por el personal de operación, que son casi exclusivamente de dos tipos: inspecciones sensoriales y tomas de datos.

La frecuencia mensual se reserva exclusivamente para aquellas tareas mecánicas o eléctricas que no pueden realizarse con periodicidades mayores. En muchas ocasiones están relacionadas con elementos que sufren ensuciamiento o desajustes, aunque en algún caso se refieren al reemplazo de algún elemento.

La frecuencia trimestral es la más utilizada cuando se trata de establecer la periodicidad con la que realizar tareas de mantenimiento predictivo. También se emplea para determinados trabajos eléctricos elementales.

Hay que tener en cuenta que en una instalación industrial la mayor parte de tareas rutinarias que se realizan a lo largo del año son de tipo condicional: se basan en inspecciones, verificaciones o pruebas, y solo se actúa si se detecta algún problema. Solo en el caso de las paradas anuales y las paradas mayores se realizan tareas sistemáticas que implican desmontajes o sustitución de piezas.

La frecuencia anual es la más utilizada para trabajos mecánicos, eléctricos y de instrumentación. Nótese que la frecuencia anual se ha dividido en dos:

- Anual distribuida, que se reserva para aquellas tareas de frecuencia anual que pueden realizarse en cualquier momento del año.
- Anual en parada, que se reserva para aquellas tareas de frecuencia anual que debe ser realizadas exclusivamente coincidiendo con la

parada anual que muchas instalaciones organizan, y que supone la base del mantenimiento en muchos casos.

Esta distinción facilita que las tareas anuales a realizar en parada puedan ser más fácilmente externalizables, mientras que las tareas anuales distribuidas pueden ser realizadas perfectamente por el personal habitual.

La periodicidad bienal se reserva casi en exclusiva para la calibración de instrumentación y para la verificación de lazos de control. Las periodicidades trianual, cuatrienal, etc., se reservan para la realización de tareas de mantenimiento legal.

Un problema habitual a la hora de fijar la frecuencia con la que realizar determinadas tareas es que algunas de ellas pueden estar referidas a horas de funcionamiento, en vez de a espacios de tiempo naturales. Algunos fabricantes de equipos prefieren referirse a horas de funcionamiento, lo cual parece muy lógico: si un equipo no se ha utilizado, no parece necesario realizar mantenimiento en él. No es fácil mezclar tareas que deben realizarse con frecuencias naturales fijas con tareas que se realizan por horas de funcionamiento, con periodos variables entre ellas. Hay muchas formas de abordar el problema, entre las que están las siguientes:

- Crear dos planes de mantenimiento separados: el referido a frecuencias naturales (diario, semana, mensual, etc.) y el referido a horas de funcionamiento, de forma que el mantenimiento de los equipos a los que aplica un control horario queda fuera del mantenimiento de sistemas. Es conveniente en este caso instalar horómetros para cada uno de ellos, incluso conectados con el sistema de control o con el software de mantenimiento. La instalación de horómetros y su posterior gestión no es un asunto sencillo, y tratar de llevar el control. (Renovatec, (s.f.))

D. Logística

a. Definición de logística

En esencia, la logística consiste en planificar y poner en marcha las actividades necesarias para llevar a cabo cualquier proyecto.

Desde el punto de vista empresarial, la logística se refiere a la forma de organización que adoptan las empresas en lo referente al aprovisionamiento de materiales, producción, almacén y distribución de productos. (Mora, 2010)

b. Importancia de la logística. (Abraham,2005)

La importancia de la logística viene dada por la necesidad de mejorar el servicio a un cliente mejorado la fase de mercadeo y transporte al menor costo posible algunas de las actividades que puede derivarse de la gerencia logística en una empresa son las siguientes:

- Aumento de líneas de producción.
- La eficiencia en producción, alcanzar niveles altos.
- La cadena de distribución debe mantener cada vez menos inventarios.
- Desarrollo de sistemas de información.

Estas pequeñas mejoras en una organización traerán los siguientes beneficios.

- Incrementar la competitividad y mejorar la rentabilidad de las empresas para acometer el reto de la globalización.
- Optimizar la gerencia y la gestión logísticas comercial nacional e internacional.
- Aplicación de la visión gerencial para convertir a la logística en un modelo un marco un mecanismo de planificación de las actividades internas y externas de la empresa.
- La definición tradicional de logística afirma que el producto adquiere su valor cuando el cliente recibe en el tiempo y en la forma adecuada al menor costo posible. (Abraham,2005)

c. Funciones de la logística.

En todo proceso logístico existen cuatro funciones básicas relacionadas al buen desempeño de un plan logístico.

1. La gestión del tráfico transporte se ocupa del movimiento físico de los materiales.
2. La gestión del inventario conlleva la responsabilidad de la calidad y surtido de materiales de que se ha de disponer para cubrir las necesidades de producción y demanda de los clientes.
3. La gestión de la estructura de la planta consiste en una planificación estratégica del número, ubicación, tipo y tamaño de las instalaciones de distribución. (almacén, centros de distribución e incluso de las plantas).
4. La gestión de almacenamiento y manipulación de materiales se ocupa de la utilización eficaz del terreno destinado a inventario y de los medios manuales mecánicos y o automatizados para la manipulación física de los materiales. (Abraham,2005)

d. Ventajas y Desventajas de la logística

A continuación, se muestra en la siguiente tabla, las ventajas y desventajas de la logística:

Tabla 4: Las ventajas y desventajas de la logística

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación con los proveedores. • Mejora la rotación de los inventarios. • Servicio o producción más seguro. • Reduce costos de los productos en el punto de venta. • Ahorro en embalaje y manipulación de inventarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de las dependencias logísticas en la organización. • Excesiva influencia del gerente de logística. • Excesiva influencia de producción. • Toma de decisiones apresuradas o interesadas. • Costos de capacitación de personal.

Fuente: Agudelo, (s.f.)

D.1 Análisis ABC

Básicamente, las características del método ABC consisten en llevar un control de cada una de las actividades que se realizan dentro de la operatividad de la empresa, identificar qué recursos se consumen normalmente en cada acción y cuáles son sus productos logrados en una jornada de trabajo, además de identificar cómo ha sido el desempeño de los recursos que contribuyen en dicha tarea. (Criollo, 2010)

Según este método, se clasifican los artículos en clases, generalmente en tres (A, B o C), permitiendo dar un orden de prioridades a los distintos productos:

- ARTICULOS A: Los más importantes a los efectos del control.
- ARTICULOS B: Aquellos artículos de importancia secundaria.
- ARTICULOS C: Los de importancia reducida.

Con el fin de entender un poco más; la Figura 1 muestra que, de forma aproximada, el 10% de los materiales supone un 75% del coste global del conjunto de materiales manejados en un proceso productivo. Este importante conjunto de materiales que denominaremos grupo A, debe evidentemente estar sujeto a un control muy fuerte en lo que se refiere al stock que pueda constituir, dado el elevado coste que éste pueda tener. Un segundo grupo de materiales que denominaremos B, constituye un 25% de los mismos y supone un 20% de los costes y su importancia es claramente inferior al grupo, aunque no desdeñable. El tercer grupo, el C, está constituido por los materiales cuya importancia económica es menor, ya que reúne un conjunto constituido por el 65% de los materiales, pero que solamente suponen, aproximadamente, un 5% del valor total.

A todo esto se puede determinar que los artículos A normalmente son los que en el almacén rotan más rápido y, los artículos B los que se mueven en término medio y los artículos C los que se mueven despacio, he ahí

también la importancia que va estar dentro de A, B y C; superior, medio y mínimo respectivamente. (Criollo, 2010)

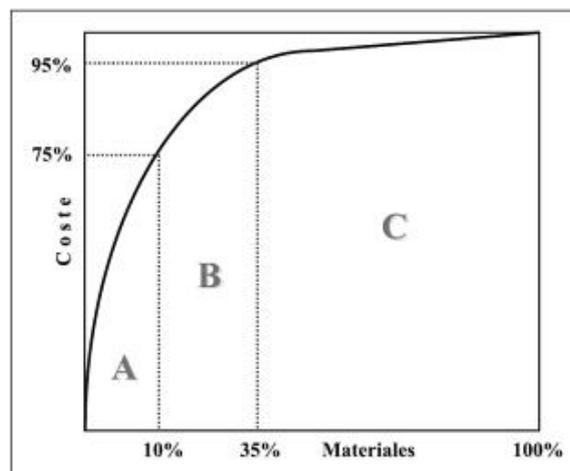
D.2 Kárdex:

El kárdex es un sistema de registro y control de almacén tradicional. En la actualidad existe una serie de sistemas computacionales que cumplen esa misma función.

El sistema de inventario permanente, o también llamado perpetuo, permite un control constante de los inventarios, al llevar el registro de cada unidad que ingresa y sale del inventario. Este control se lleva mediante tarjetas denominadas Kardex, en donde se lleva el registro de cada unidad, su valor de compra, la fecha de adquisición, el valor de la salida de cada unidad y la fecha en que se retira del inventario. De esta forma, en todo momento se puede conocer el saldo exacto de los inventarios y el valor del costo de venta, el control permanente de los sistemas en base a los inventarios existentes. (Criollo, 2010)

Para conocer un ejemplo de kárdex ver Figura 2.

Figura 1: Imagen de Método ABC



Fuente: Criollo (2010)

Figura 2: Ejemplo de Kárdex

TARJETA DE ALMACÉN					CLAVE	FOLIO	
ARTÍCULO					UNIDAD		
TEMPORADA		MÁXIMO			MÍNIMO		
	FECHA	REFERENCIA	ENTRADA	SALIDA	SALDO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Fuente: Criollo (2010)

D.3 Codificación:

El objetivo de establecer una codificación de materiales, obedece a sustituir descripciones que en su mayoría son bastante largas, por un código que es más funcional al formulario generalmente usado. Dicha codificación estará en disponibilidad de ser registrada en un sistema mecanizado de control de existencias.

A esta clasificación de artículos de uso general “clase” le asignaremos dos dígitos. Ver figura 3. (Cano, 2013)

Figura 3: Ejemplo de clasificación de clases

La clasificación de clases acordes a las necesidades de nuestra institución son las siguientes:	
1) Pinturas y barnices	05
2) Materiales eléctricos	10
3) Combustibles y lubricantes	15
4) Artículos de cañería	20
5) Rep. De maquinaria y equipo	25

Fuente: Cano (2013)

Segundo paso: Designaremos tres dígitos para la clasificación de las “sub-clases”, numeradas de 000 a 999, según sea la cantidad de sub-grupos que se puedan formar. Ver Figura 4.

Figura 4: Ejemplo de Sub-Clases

<u>Clase 40</u>	Artículos de carpintería
Subclase	Artículo
005	Agarradores
010	Armadera
015	Aldabas
020	Bisagras
025	Bombas cierra puertas

Fuente: Cano (2013)

Tercer paso: A su vez cada sub-clase se divide en artículos a los que asignaremos cuatro dígitos, cuya numeración comprende de 0000 a 9999. Los artículos son los que dan la especificación total de la sub-clase. Ver Figura 5.

Figura 5: Ejemplo de codificación

CENTRO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA				
<u>CODIFICACIÓN DE EXISTENCIAS</u>				
Clase No:	40	Artículos de Carpintería		
Sub Clase:	015	Aldabas		
NOMBRE Y DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	Unidad	CÓDIGO		
		Clase	Subclase	Artículo
Aldabas para candado 2"	c/u	40	15	0002
Aldabas para candado 3"	c/u	40	15	0005
Aldabas para candado 4"	c/u	40	15	0007
Aldabas para candado 1/2"	c/u	40	15	0012

Fuente: Cano (2013)

D.4 Notas de entrada y salida:

- Registro y Control de existencias

Consiste en el conjunto de registros y reportes en los que se consignan datos sobre los movimientos de bienes del almacén, y las cantidades disponibles para satisfacer los requerimientos de los usuarios.

El producto es tangible, algo que se puede contar o contabilizar económicamente y es sujeto a un inventario físico. Es por eso que el concepto de salida del Almacén es muy importante registrarla, así como la Entrada de Material al almacén. (Freivalds, 2012)

- **Solicitud de compra**

El almacenista formula la Solicitud de Compra al departamento respectivo, con la autorización del Superintendente de Producción, indicando los materiales que se necesiten en cantidad, calidad y plazo de recepción. Ver Figura 6.

La Solicitud de Compra deberá hacerse al menos en tres tantos:

- El triplicado para el propio Almacenero. (Freivalds,2012)

Figura 6: Ejemplo de Solicitud de Compra

COMPANIA "X", S.A.				
SOLICITUD DE COMPRA				
Perú, a _____ de _____ de 20_____.				
El Departamento de Compras solicita comprar lo siguiente				
DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONES
Formuló:				
_____	_____	_____	_____	_____
Almacenista	Superintendente		Depto. De Compras	

Fuente: Freivalds (2012)

- **Pedido u Orden de Compra**

Al recibir el Departamento de Compras la Solicitud, procederá a formular el Pedido.

El Pedido se hará al Proveedor que mejores precios y condiciones otorgue, considerando la puntualidad de entrega. Ver Figura 8.

El Pedido se puede formular en los siguientes tantos:

- Original al Proveedor
- Duplicado al Almacenista
- Triplicado para Contabilidad
- Cuadruplicado para el propio Departamento de Compras
- Quintuplicado al Departamento de Control de Calidad

Figura 7: Ejemplo de Orden de compra

COMPANÍA "X", S.A.					
PEDIDO					
PROVEEDOR _____			FECHA _____		
DOMICILIO _____			No. NOTA ENTRADA _____		
Favor de surtir lo siguiente en un plazo de _____					
ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES

NOTA:

- Indicamos que en el caso de no surtir nuestra solicitud en el plazo estipulado, sírvase comunicarlo al teléfono: _____.
- Al entregar la mercancía a nuestro almacén, acompañar de cuando menos original _____ y copias de su remisión con precios y valores.
- El pago de este pedido se hará contra la factura original de su remisión en los días _____ de cada semana de las _____ a las _____ hrs. Anexar a la factura, la remisión firmada, recibida por el almacenista.

PROVEEDOR

DPTO. DE COMPRAS

Fuente: Freivalds (2012)

- **Recepción**

Esta función corresponde al almacenista, quien deberá cerciorarse de que los materiales que recibe del Proveedor estén de acuerdo con lo solicitado, según el procedimiento siguiente:

- Confrontando las notas de remisión del Proveedor con la copia del Pedido y la Solicitud de compra
- Deberá revisar físicamente los materiales que se reciben corresponden a lo especificado en el Pedido
- De encontrarse a satisfacción la remesa del Proveedor, el almacenista pondrá un sello con los siguientes datos:
 - Fecha de recepción
 - Fecha de entrada
 - Calidad
 - Observaciones
 - Firma del Almacenista. (Freivalds,2012)

- **Entrada de materiales al almacén**

El almacenista formulara diariamente un Resumen de Entradas al Almacén de Materiales anexándole las Notas de Entrada al Almacén con los siguientes datos:

- Original al Departamento de contabilidad, anexándole las remisiones (copias) de los proveedores.
- Duplicado al Departamento de Compras para su conocimiento
- Triplicado, quedará en poder del Almacenista, con el cual dará movimiento al auxiliar respectivo. Ver Figuras 8 y 9.

- **Suministro o salida de los materiales**

Se efectúa contra vales o requisiciones formulados por el Jefe del departamento respectivo, y autorizados por el Superintendente o Jefe de Producción.

La Requisición por lo menos se formulará por triplicado, para los usos siguientes:

- Original para el Departamento de Contabilidad
- Duplicado para el Jefe de Producción o Jefe del Departamento solicitante
- Triplicado para el propio Almacén

El original del Vale llega al Departamento de contabilidad sin los datos relativos a valores, ya en este Departamento se realiza la valuación, de acuerdo con la técnica que se tenga establecida. (Freivalds, 2012)

D.5 Método de Punto de Reposición o Punto de Pedido:

El punto de pedido (PP) es el nivel de stock que nos indica que debemos realizar un nuevo pedido si no queremos quedarnos desabastecidos y que se produzca una rotura de stock.

Para calcularlo, hay que partir de una cantidad mínima: nunca debe quedar en el almacén una cantidad menor que el stock de seguridad. Así, al punto de pedido hay que sumarle la cantidad prevista para cubrir el stock de seguridad (SS).

Figura 10: Ejemplo de Nota de Salida

COMPANÍA "X", S.A.						
VALE DE SALIDA DEL ALMACEN DE MATERIALES O REQUISICIÓN						
No. _____						
FECHA: _____						
Sírvese suministrar los siguientes materiales:						
ARTICULO	UNID	CANT	PRECIO	IMPORTE	ORDEN	OBSERVACIONES

 Autoriza el superintendente

 Solicitado por el Jefe del Departamento

Fuente: Freivalds (2012)

Por otro lado, es muy importante hacer cada pedido con tiempo suficiente para que el proveedor reponga antes de que se produzca una rotura de stock.

Para esto hay que tener en cuenta el plazo de entrega del proveedor (PE) y la media de las ventas previstas, esto es, la demanda media (DM). De este modo, el punto de pedido se calcula según la siguiente fórmula:

$$PP = SS + (PE \times DM)$$

Como se ve, el punto de pedido depende del stock de seguridad. Para calcular el valor de este último debemos considerar el plazo máximo de entrega (PME), es decir, cuánto tardarían en llegar las mercancías en caso de que se produjera un retraso. El stock de seguridad deberá ser lo bastante grande para cubrir la demanda media (DM) en esos días; de este modo, el stock de seguridad se calculará según la siguiente fórmula: (Jacobs, 2007)

$$SS = (PME - PE) \times DM$$

Hasta aquí hemos solucionado la primera de las preguntas de CUÁNDO reponer un pedido; la segunda pregunta, que corresponde al CUÁNTO, se soluciona normalmente aplicando el procedimiento del lote económico.

El punto estadístico de pedidos constituye uno de los sistemas más sencillos de aplicar y universalmente más empleados; sin embargo, como todo modelo matemático está sujeto a unos determinados condicionantes que hacen que en la práctica sea más o menos factible su utilización; entre otros, podemos mencionar fundamentalmente los siguientes:

- La demanda debe ser constante, conocida, regular y de fácil predicción.
- Los productos no deben ser perecederos, ni estar sometidos a grandes riesgos de caducidad u obsolescencia, ya que de lo contrario corremos el riesgo de que el producto quede fuera de servicio ante de alcanzar su punto estadístico de reposición.
- Obviamente se requiere un sistema informático apropiado para conocer al menos diariamente la posición de los stocks. Este inconveniente se soluciona hoy en día fácilmente gracias a la informatización de los sistemas, así como la utilización generalizada de los códigos de barras en los productos con los diferentes dispositivos técnicos existentes para su reconocimiento (lectura óptica, scanner, etc.), que se utilizan en forma primaria para el proceso de facturación y control de los productos vendidos. (Jacobs,2007)

- **Lote de Pedido**

El lote de pedido (Q) es la cantidad de unidades que vamos a solicitar en cada pedido.

A la hora de calcular esta cantidad, hay que tener en cuenta que cada emisión de pedido lleva consigo un coste asociado (coste por pedido o CP) y, posteriormente, un coste de almacenamiento (CA) al recibir la mercancía.

Para calcular cuál es el tamaño óptimo de pedido (Q^*), es decir, la cantidad de artículos que conviene pedir en cada pedido, tendremos que hacerlo de tal manera que el coste total sea lo menor posible. Para hacer este cálculo suele emplearse el modelo de Wilson, que utiliza supuestos básicos, como que las ventas son constantes en el tiempo y el coste de almacenamiento y de emisión de pedidos son constantes.

Según este modelo, el volumen óptimo de pedido se calcula partiendo de los costes totales, que, como hemos visto, se componen de tres partidas: (Jacobs, 2007)

- **Costes de adquisición (CA_d):**

Es el monto que figura en la factura. Para hacer este cálculo, se suele tener en cuenta el coste anual de adquisición de mercancías, que se calcula multiplicando las ventas anuales por el precio del producto:

$$CA_d = V \times P$$

- **Costes de emisión de pedidos (CP):**

Cada vez que se hace un pedido, además de pagar la mercancía, se ha de hacer frente a una serie de gastos. Éstos son los gastos de administración del departamento encargado de las compras: por emitir la orden de compra y su expedición, gastos del transporte del pedido y su recepción, los de seguros, impuestos... Para calcularlo hay que multiplicar el coste de un pedido (C_p) por el número de pedidos:

$$CP = C_p * (V / P)$$

- **Costes de almacenamiento (CA):**

Gastos que generan el local, las instalaciones y elementos de manipulación, mano de obra... Se suele medir por unidades físicas de

artículos, de forma que, para hallar el coste de almacenaje total, multiplicamos el coste de mantener cada unidad (C_a) por el stock medio ($Q/2$). Para simplificar, no vamos a tener en cuenta el stock de seguridad.

$$CA = C_a * (Q / 2)$$

Teniendo en cuenta estos datos, el coste total es fácil de calcular, pues sería la suma de los tres anteriores:

$$CT = V * P + C_p (V / Q) + C_a * (Q / 2)$$

Para minimizar los costes totales (CT), igualamos la ecuación a cero, derivamos y llegamos matemáticamente al tamaño óptimo de pedido (lote económico): (Jacobs, 2007)

$$Q^* = \sqrt{(C_p * V * 2) / C_a}$$

D.6 Distribución de Planta:

La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.

El principal objetivo es que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa.

Sea cual sea la situación, se englobará dentro de:

- Proyecto de una planta completamente nueva
- Expansión o traslado de una ya existente
- Reordenación de una distribución ya existente
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes. (Carlos, 2013)

E. Plan de Capacitación

Se le llama capacitación a las actividades que son realizadas en una organización y/o empresa respondiendo las necesidades muchas veces de los trabajadores.

Tiene como principal objetivo mejorar la actitud, los conocimientos, habilidades del personal.

a. Definir las necesidades de capacitación

Las necesidades son carencias que existen dentro del personal que trabaja, es la diferencia de lo que hacen con lo que deberían hacer.

Implica distribuir el formulario del mismo nombre a todos los funcionarios en el menor plazo, evitando así factores exógenos que sean considerados solo por algunas personas al momento de llenar la encuesta.

Esta encuesta no es anónima dado que las necesidades o brechas de competencias son propias de cada persona que integra una organización y asociadas a un área específica de trabajo. De ahí también la necesidad de que la aplicación tenga la más amplia cobertura posible. (Méndez, 2016)

b. Reporte de Detección de Necesidades

Se realiza un reporte cuando:

- Ingresan nuevos empleados
- Reducción de número de empleados.
- Cambios de procesos y métodos en el trabajo.
- Modernización de equipos, maquinaria, etc.
- Sustituciones y movimientos de personal.

c. Diseñar y planificar la capacitación

Se refiere a la planificación de las acciones para la capacitación, la cual debe tener un objetivo.

Las técnicas a utilizarse se desarrollan después de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Objetivos de la capacitación
- Que el educador posea las habilidades necesarias.
- Excedencia tangible y realista. (Méndez, 2016)

d. Tipos de capacitación

Existen muchas maneras de capacitación:

➤ **La capacitación en el puesto**

Es una técnica que proporciona en cuanto al puesto, se trata de que presenten una apreciación crítica sobre las personas que desempeñan su trabajo en un determinado puesto.

Es decir, la persona debe pasar de puesto en puesto y así comprender mejor el funcionamiento de la empresa.

➤ **Las técnicas de clase**

Utilizan un aula y un instructor para poder desarrollar la capacitación, es la más utilizada en el mercado, ya que también se desarrolla con un pequeño grupo de personas para poder capacitarlas.

Esta técnica implica una interacción que genera un ambiente de discusión, lo que muchas veces no ocurre con otras técnicas. (Méndez, 2016)

➤ **Técnicas de Capacitación**

Lecturas

Es la manera en la cual se trasmite conocimientos más convencionales a lo largo del tiempo. El instructor así presente la información de manera verbal a los oyentes.

Una de las ventajas de esta técnica es que proporciona una determinada cantidad de información dentro de un periodo determinado.

Instrucción Programada

Es una técnica en la que no interviene un instructor, solo se presentan pequeñas partes de información, y así, se requieren respuestas que los capacitados luego la darán, determinando así si los trabajadores comprendieron la información obtenida. Algunas de las ventajas son que sea computarizado, y que los capacitados absuelvan sus preguntas en casa.

Capacitación en Clase

Se le llama al entrenamiento fuera del local del trabajo, en un aula. Los que serán capacitados son reunidos fuera de la empresa en un aula y con ayuda de un instructor que transmitirá el conocimiento.

Capacitación por Computadora

Esta técnica utiliza la ayuda de la tecnología para poder contribuir con conocimientos a los capacitados, puede ser con la muestra de un CD o DVD.

E-Learning

También se conoce como capacitación en línea, se refiere al uso de las tecnologías en internet para aumentar el desempeño y conocimiento de las personas. Cuenta con tres fundamentos:

- Es una red que se puede actualizar, almacenar y distribuir.
- Se puede entregar al usuario final por vía de computadora.
- Se enfoca en el aspecto más amplio del aprendizaje, no se limita a la entrega de la instrucción. (Mendez,2016)

e. Evaluar los resultados

Es necesaria esta etapa, ya que se necesita saber si la capacitación ha alcanzado su objetivo, debido a que la capacitación exige una inversión, entonces se debería satisfacer las necesidades del personal.

Debe tener énfasis en un alcance general del programa.

Existen diversas maneras de ver si se ha cumplido con el objetivo:

- Costo: Cual ha sido el gasto que se infringió en el programa.
- Calidad: Que tan bien cumplen con las expectativas.
- Servicio: Si fue satisfecho el servicio para los capacitados.
- Rapidez: Que tan bien reaccionaron a los nuevos desafíos presentados en la empresa.
- Resultados: Que resultados tuvieron los capacitados.

2.3 Definición de Términos

- **Confiabilidad:** es el grado de seguridad que un dispositivo o sistema opera exitosamente en un ambiente específico durante un cierto periodo.
- **Disponibilidad:** Capacidad de un Ítem para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado período de tiempo, en unas condiciones y con un rendimiento definidos. La disponibilidad operacional puede determinarse a partir del tiempo de carga menos el tiempo de paradas dividido entre el tiempo de carga.
- **Falla:** Deterioro o daño presentado en una de las piezas de una máquina el cual produce trastorno en su funcionamiento.
- **Gestión de mantenimiento:** Actuaciones con las que la dirección de una organización de Mantenimiento sigue una política determinada.
- **Inventarios:** Conjunto de mercancías o artículos acumulados en el almacén en espera de ser vendidos o utilizados en el proceso productivo. También se denomina inventario a toda relación ordenada y cifrada de los bienes de una persona o entidad, en la que se incluyen no sólo los stocks o inventarios en sentido estricto, sino cualquier otra clase

de bienes, y también al documento en el que se contiene dicha relación.

- **Mantenimiento Correctivo:** es aquel mantenimiento que corrige los defectos observados, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías y corregirlos o repararlos.
- **Mantenimiento Preventivo:** es el mantenimiento preventivo destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garantice su buen funcionamiento y confiabilidad.
- **Mantenimiento:** Conjunto de acciones que permiten mantener o establecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado.
- **Maquinaria:** conjunto de máquinas que realizan trabajos para una misión o fin.
- **Parada:** Interrupción ocasionada por fallas presentadas en las máquinas que conforman un proceso de producción.
- **Proveedores:** Un proveedor puede ser una persona o una empresa que abastece a otras empresas con existencias (artículos), los cuales serán transformados para venderlos posteriormente o directamente se compran para su venta. Estas existencias adquiridas están dirigidas directamente a la actividad o negocio principal de la empresa que compra esos elementos.
- **Reparación:** Conjunto de actividades orientadas a restablecer las condiciones normales de operación de una máquina.
- **Sistema:** Es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.
- **Tiempo promedio entre fallas MTBF:** Promedio del tiempo entre fallas, de un sistema. Es parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (tiempo transcurrido cero) como parte de un proceso de renovación.
- **Tiempo promedio para reparación MTTR:** periodo en el cual se puede reparar un equipo hasta llevarlo a su estado de operación.

CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa.

3.1.1 Ittسا Bus.

ITTSABUS es una persona jurídica de derecho privado, dedicada al servicio público de transporte de pasajeros a nivel interprovincial, transporte turístico, transporte de personal, transporte de carga y encomiendas con reparto, transferencia de dinero, servicio de agencia de viajes y turismo.

Los servicios que brinda la empresa son: el Servicio Diferenciado: unidades Bus Cama o Panorámicos, con atención a bordo.

Desde el inicio de sus operaciones en 1992, se ha caracterizado por brindar un servicio de calidad a los pasajeros, siendo además una fiel cumplidora de todas las normas legales emitidas por las autoridades competentes de este rubro, tales como Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual, Municipalidades, INDECI, Policía Nacional, Ministerio Público, entre otras, teniendo como principal objetivo, el cuidado del medio ambiente y la satisfacción de los clientes.

Podemos resaltar que los clientes de ITTSABUS están segmentados como lo hemos dicho por la clase A – B, de acuerdo al perfil transaccional, que pagan por viajar en buses seguros y cómodos, que cuentan con terminales terrestres en las ciudades de destino, y que por lo general son universitarios, empresarios y turistas.

Figura 11: Logotipo de la empresa



Fuente: La empresa

3.1.2 Datos

- RUC: 20132272418

- Razón Social: INTERNACIONAL DE TRANSPORTE TURISTICO Y SERVICIOS SRL
- Página Web: <http://www.ittsabus.com>
- Nombre Comercial: Ittsabus
- Tipo Empresa: Soc.Com.Respons. Ltda
- Condición: Activo
- Fecha Inicio Actividades: 01 / Marzo / 1993
- Actividad Comercial: Otros Tipos Transporte Reg. Via Ter.
- CIIU: 60214
- Dirección Legal: Av. Tupac Amaru Nro. 1198
- Urbanizacion: Santa Leonor
- Distrito / Ciudad: Trujillo
- Provincia: Trujillo
- Departamento: la Libertad, Perú

3.1.3 Misión y visión

3.1.3.1 Misión

“Comprometidos en Brindar y Garantizar un Servicio de Transporte Seguro, Confiable y de Calidad, reconocido por nuestros clientes, basado en un sistema de Gestión que está a la vanguardia del transporte terrestre de pasajeros y de carga en el Perú.”

3.1.3.2 Visión

“Ser reconocidos a nivel nacional como la mejor Empresa de Transporte Terrestre de Pasajeros y de Carga que demuestra en cada servicio que brinda eficiencia, puntualidad, calidad y seguridad.”

3.1.3.3 Valores

- Compromiso con el Cliente
- Trabajo en Equipo
- Creatividad e Innovación
- Respeto a las leyes

3.1.4 Servicios

Nuestro propósito es atender las necesidades de transporte de pasajeros a nivel interprovincial, transporte de carga y encomiendas con reparto, transferencia de dinero de nuestra sociedad en las diferentes localidades concesionadas por el Ministerio de Transportes a nivel nacional. Nuestro compromiso es brindar a todas nuestras actividades, seguridad, puntualidad y buen servicio.

3.1.5 Operaciones

Todas las actividades que se ejecutan en ITTSABUS tienen por finalidad el logro eficiente del servicio. El trabajo se debe planificar y ejecutar observando criterios de economía y seguridad para una atención oportuna.

El desarrollo de las operaciones es responsabilidad de todos los colaboradores que conforman la empresa ITTSABUS, el trabajo en conjunto e integración entre las diferentes áreas de la empresa, para asegurar mejores resultados.

Actividades que realizan:

- Transporte de pasajeros por carretera en buses, en las rutas concesionadas por el Ministerio de Transporte a nivel nacional.
- Recepción-Entrega de encomiendas
- Carga en general
- Transferencia de efectivo (Giros).

- Servicios Turísticos
- Transporte de personal

Tipo de servicios en transporte de pasajeros

a) Servicio súper cama

Servicio que cuenta con amplios y cómodos asientos tipo Sofá Cama en el primer nivel y tipo Cama, en el segundo nivel, con sistema descansa piernas, una distancia de 75 cm. entre asientos y reclinación de 180°. Contamos con asientos individuales, en ambos niveles.

Servicio que ofrece una completa y eficiente atención a bordo a cargo de señoritas Terramozas, almohadillas, mantas, sistema de audio y video, luz de lectura personal, aire acondicionado y baño con tratamiento químico.

b) Servicio sofa cama

Servicio con amplios y cómodos asientos anchos tipo Sofá Cama, en ambos niveles, forrados en cuero, con sistema descansa piernas, una distancia de 68 cm. entre asientos y reclinación de 150°. Contamos con asientos individuales en ambos niveles.

Servicio que ofrece una completa y eficiente atención a bordo a cargo de señoritas Terramozas, almohadillas, mantas, luz de lectura personal, sistema de audio y video, aire acondicionado y baño con tratamiento químico.

c) Servicio mixto especial

Servicio que cuenta en el primer nivel asientos anchos, forrados en cuero, tipo Sofá-Cama, con sistema descansa piernas, una distancia de 68 cm. entre asientos y reclinación de 150°. En el segundo nivel cuenta con asientos de cuero tipo Semi-Cama con sistema de descansa piernas, distancia de 54 cm. entre asientos y una reclinación de 150°.

Este servicio ofrece una completa y eficiente atención a bordo a cargo de señoritas Terramozas, almohadillas, mantas, sistema de audio y video, luz de lectura personal, aire acondicionado y baño.

d) Servicio semi cama clase A

Servicio con asientos de cuero tipo Semi-Cama, sistema de descansa piernas, distancia de 54 cm. entre asientos y una inclinación de 150°, con sistema de aire acondicionado, servicios higiénicos, sistema de audio y video, Servicio directo que brinda al pasajero seguridad, comodidad y puntualidad.

e) Servicio turístico

Servicios que se brinda con la finalidad de promover y operar viajes de turismo, cultura y descanso con seguridad, los cuales se realizan con buses de dos pisos con atención personalizada.

f) Servicio de carga

Permite enviar todo tipo de encomiendas o carga en general a las diferentes ciudades en donde operamos como son: Lima, Chimbote, Trujillo, Chiclayo,

Piura, Sullana, Paita y Talara; mediante la modalidad de pago en efectivo o pago contra entrega.

g) Servicios adicionales

- Giro Telefónico
- Recojo y Entrega a Domicilio
- Mudanza

Rutas de destino

ITTSA BUS tiene las siguientes rutas autorizadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como son:

- Lima - Trujillo y viceversa

- Chimbote - Lima y viceversa
- Chimbote - Piura y viceversa
- Chimbote - Paita y viceversa
- Trujillo - Piura y viceversa
- Trujillo - Sullana y viceversa
- Trujillo - Talara y viceversa
- Trujillo - Paita y viceversa
- Chiclayo - Lima y viceversa
- Piura - Lima y viceversa

3.1.6 Clientes

Podemos resaltar que los clientes de ITTSABUS están segmentados como lo hemos dicho por la clase A – B, de acuerdo al perfil transaccional, que pagan por viajar en buses seguros y cómodos, que cuentan con terminales terrestres en las ciudades de destino, y que por lo general son universitarios, empresarios y turistas.

3.1.7 Competidores

- EXPRESO CIAL S.A.C.
- EXPRESO MOLINA UNION S.A.C.
- EXPRESO INTERNACIONAL ORMEÑO S.A.
- TRANSPORTES LINEA S.A.
- AMERICA EXPRESS S.A.
- EMP. DE TRANS. FLORES HNOS. SRL.
- TRANSPORTES CRUZ DEL SUR S.A.C.
- EMP. TRANSPORTES Y TURISMO BARRANCA S.A.
- EMPRESA DE TRANSPORTES AMERICA EXPRESS S.A

3.1.8 Maquinarias y equipos

La empresa actualmente cuenta con una flota de 92 buses

Tabla 5: Número de unidades

FLOTA	CLASE DE SERVICIO	TIPO	MARCA	TARJETA	AÑO DE FABRICACION	CHASIS
1	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13001115-01	2004	CHASIS
2	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13001114-01	2004	CHASIS
3	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13003463-01	2004	CHASIS
4	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13002884-01	2004	CHASIS
5	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13001116-01	2004	CHASIS
6	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13002852-01	2004	CHASIS
7	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15002072-01	2006	CHASIS
8	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P12007911-01	2006	CHASIS
9	SOFA 40	BUS	SCANIA	15P12007914-01	2006	CHASIS
10	SOFA 43	BUS	SCANIA	15P15002073-01	2006	CHASIS
11	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13001120-01	2006	CHASIS
12	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P13001121-01	2006	CHASIS
13	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P15002070-01	2007	CHASIS
14	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P15002071-01	2007	CHASIS
15	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P12006664-01	2007	CHASIS
16	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P17003510	2007	9BSK8X2B073602039
17	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P17003541	2007	9BSK8X2B073605962
18	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P17003509	2007	9BSK8X2B073605978
19	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P13002685-01	2007	CHASIS
20	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P13002683-01	2007	CHASIS
21	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P12004757-01	2007	CHASIS
22	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P12004755-01	2007	CHASIS
23	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P12006659-01	2008	CHASIS
24	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P12006660-01	2008	CHASIS
25	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P13002099-01	2008	CHASIS
26	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P13002098-01	2008	CHASIS
27	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P18000567	2008	CHASIS
28	MIXTO 53	BUS	SCANIA	15P12006658-01	2008	CHASIS
29	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15002825-01	2008	CHASIS
30	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15003069-01	2008	CHASIS
31	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P14003410-01	2008	CHASIS
32	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P14003777-01	2008	CHASIS
33	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P14003943-01	2008	CHASIS
34	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P14003945-01	2008	CHASIS
35	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P15001620-01	2009	CHASIS

FLOTA	CLASE DE SERVICIO	TIPO	MARCA	TARJETA	AÑO DE FABRICACION	CHASIS
36	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P15001621-01	2009	CHASIS
37	SOFA 42	BUS	VOLVO	15P15001619-01	2009	CHASIS
38	SOFA 42	BUS	VOLVO	15P15001616-01	2009	CHASIS
39	CAMA 32	BUS	VOLVO	15P15001617-01	2009	CHASIS
40	CAMA 32	BUS	VOLVO	15P17003540	2009	9BVR2J7289E354907
41	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15003776-01	2010	CHASIS
42	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15003775-01	2010	CHASIS
43	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15003772-01	2010	CHASIS
44	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15003407-01	2010	CHASIS
45	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P12004961-01	2011	CHASIS
46	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P14004111-01	2011	CHASIS
47	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P12004958-01	2011	CHASIS
48	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P12008135-01	2011	CHASIS
49	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P17003539	2011	9BSK6X200B3682928
50	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P13001127-01	2011	CHASIS
51	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P170003508	2011	9BSK6X200B3682892
52	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15000897-01	2011	CHASIS
53	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P17001746	2011	CHASIS
54	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P12002466-01	2011	CHASIS
55	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P18000206	2012	CHASIS
56	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P18000207	2012	CHASIS
57	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P18000208	2012	CHASIS
58	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P18000209	2012	CHASIS
59	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P17002916	2012	CHASIS
60	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P18000211	2012	CHASIS
61	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P18000212	2012	CHASIS
62	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P18000213	2012	CHASIS
63	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P18000486	2013	CHASIS
64	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P13003527-01	2013	CHASIS
65	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15003774-01	2013	CHASIS
66	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P13003528-01	2013	CHASIS
67	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15003406-01	2013	CHASIS
68	MIXTO 56	BUS	SCANIA	15P15003405-01	2013	CHASIS
69	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P14002376-01	2014	CHASIS
70	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P14002373-01	2014	CHASIS
71	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P14002378-01	2014	CHASIS
72	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P14002375-01	2014	CHASIS
73	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P14002374-01	2014	CHASIS
74	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P14002377-01	2014	CHASIS
75	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15002351-01	2015	CHASIS

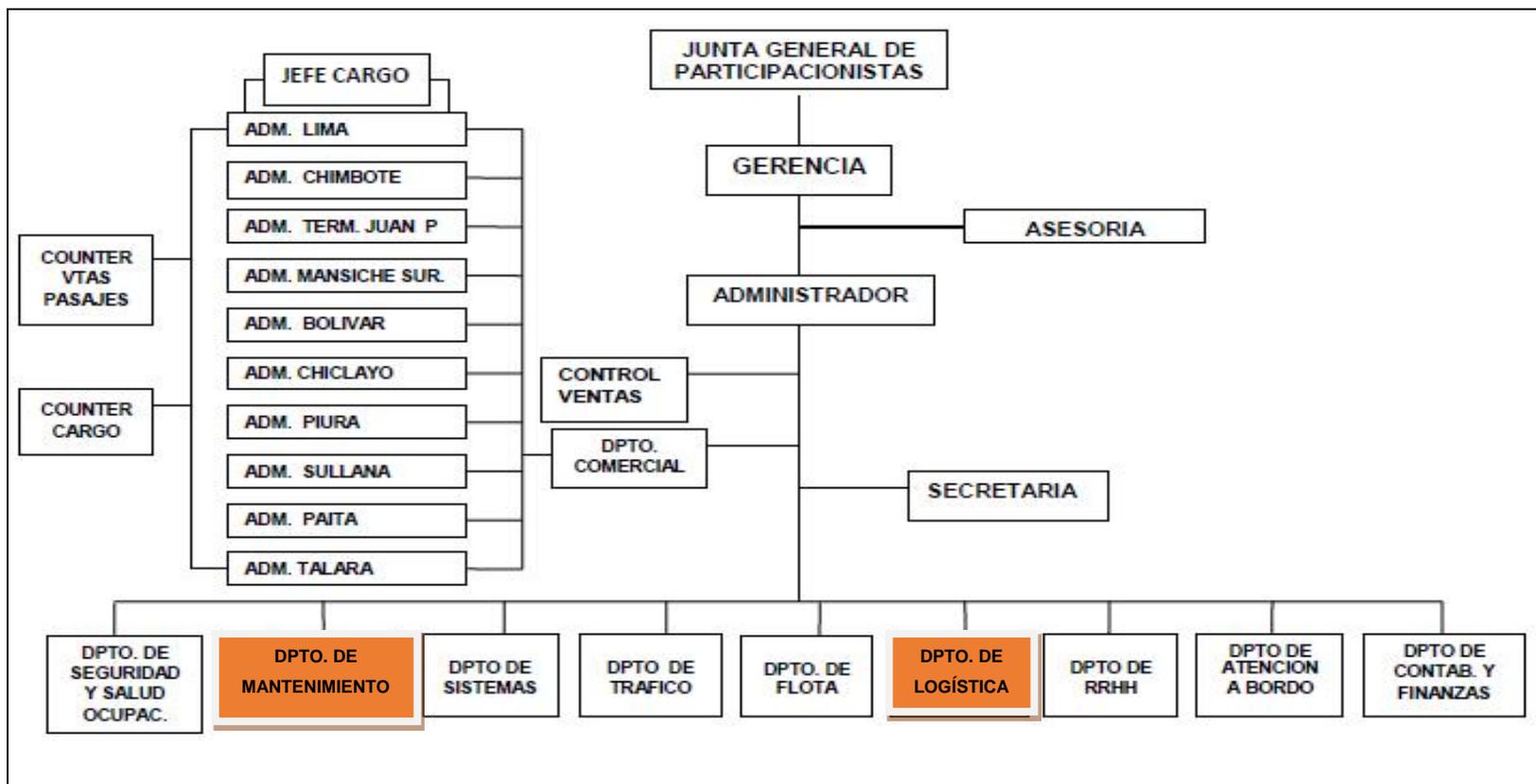
FLOTA	CLASE DE SERVICIO	TIPO	MARCA	TARJETA	AÑO DE FABRICACION	CHASIS
76	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15002335-01	2015	CHASIS
77	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15002320-01	2015	CHASIS
78	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15002334-01	2015	CHASIS
79	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15002326-01	2015	CHASIS
80	CAMA 32	BUS	SCANIA	15P15002350-01	2015	CHASIS
81	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P15002327-01	2015	CHASIS
82	SOFA 42	BUS	SCANIA	15P15002636-01	2015	CHASIS
83	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003410	2016	CHASIS
84	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003411	2016	CHASIS
85	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003412	2016	CHASIS
86	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003413	2016	CHASIS
87	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003414	2016	CHASIS
88	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003459	2016	CHASIS
89	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003415	2016	CHASIS
90	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003464	2016	CHASIS
91	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003465	2016	CHASIS
92	MIXTO 56	BUS	VOLVO	15P16003454	2016	CHASIS

Fuente: Elaboración propia

3.1.9 Organigrama de la empresa

A continuación, se muestra el organigrama de la empresa Ittsa Bus:

Figura 12: Organigrama general de la empresa



Fuente: La empresa

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.

Las áreas en donde se llevara a cabo el presente estudio son: Mantenimiento y Logística.

Actualmente en el área de mantenimiento se tienen los siguientes problemas: La falta de mantenimiento predictivo, la falta de disponibilidad de las unidades de transporte, la falta de personal especializado para algunas OT de mantenimiento, la falta de equipos para detección de fallas y la falta de capacitación al área de Mantenimiento.

Y en el área logística tenemos:

La falta de control de tiempos de la entrega de repuestos genera tiempos muertos por las demoras en la entrega de repuestos que se da cuando se realiza el mantenimiento correctivo y esto debido a que no existe una adecuada clasificación de los repuestos, generado un Costo lucro cesante de S/.522, 762.

La falta de un proceso de evaluación de proveedores ocasionaba que los proveedores entregaran los repuestos solicitados con retrasos, afectando la disponibilidad operacional debido a que se extendía el tiempo para dar solución a la falla correctiva.

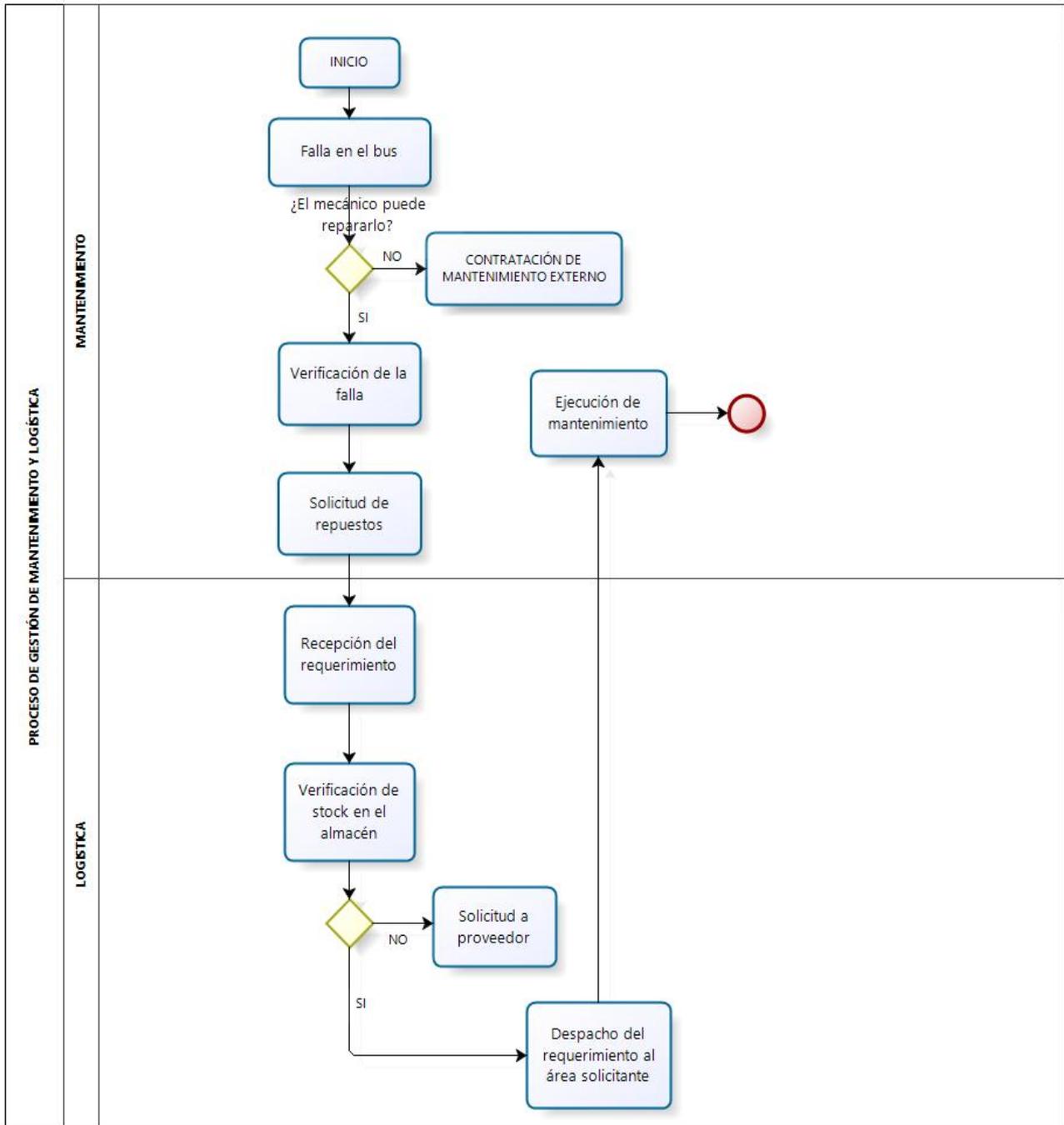
La falta de gestión en el almacén originó tiempos muertos generando retrasos en el mantenimiento y por ende pérdidas económicas. Cabe mencionar que este sobretiempo en los despachos genera un Costo lucro cesante (CLC) de S/. 45,113.

La Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y en el taller de mantenimiento.

La falta de capacitación en temas logísticos originó retrasos en la entrega de repuestos debido a la falta de stock. El % promedio de despachos no atendidos por falta de stock fue de 7.2%, lo que generó un Costo Lucro Cesante de S/. 168,959.00.

A continuación se detalla el proceso actual de mantenimiento y logística:

Figura 13: Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento y logística

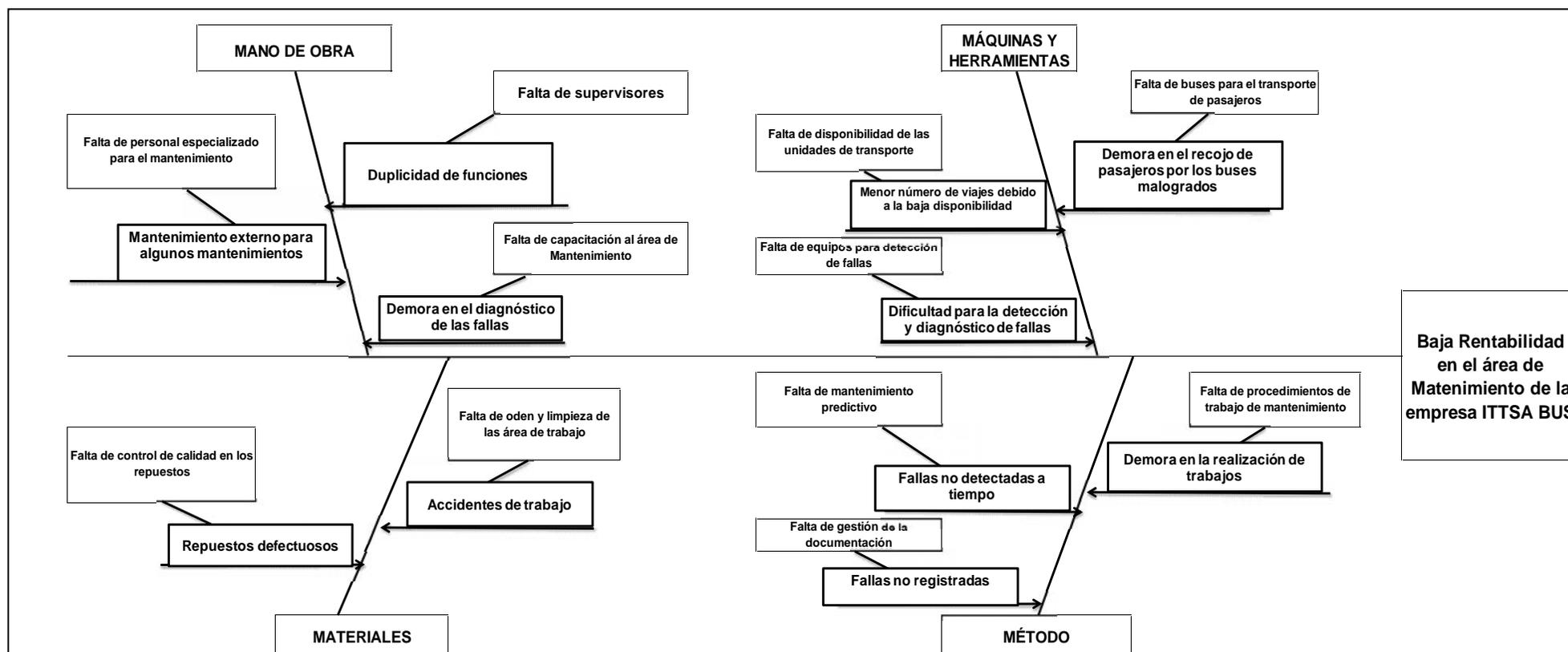


Fuente: La empresa

3.3 Identificación de problemas e indicadores actuales

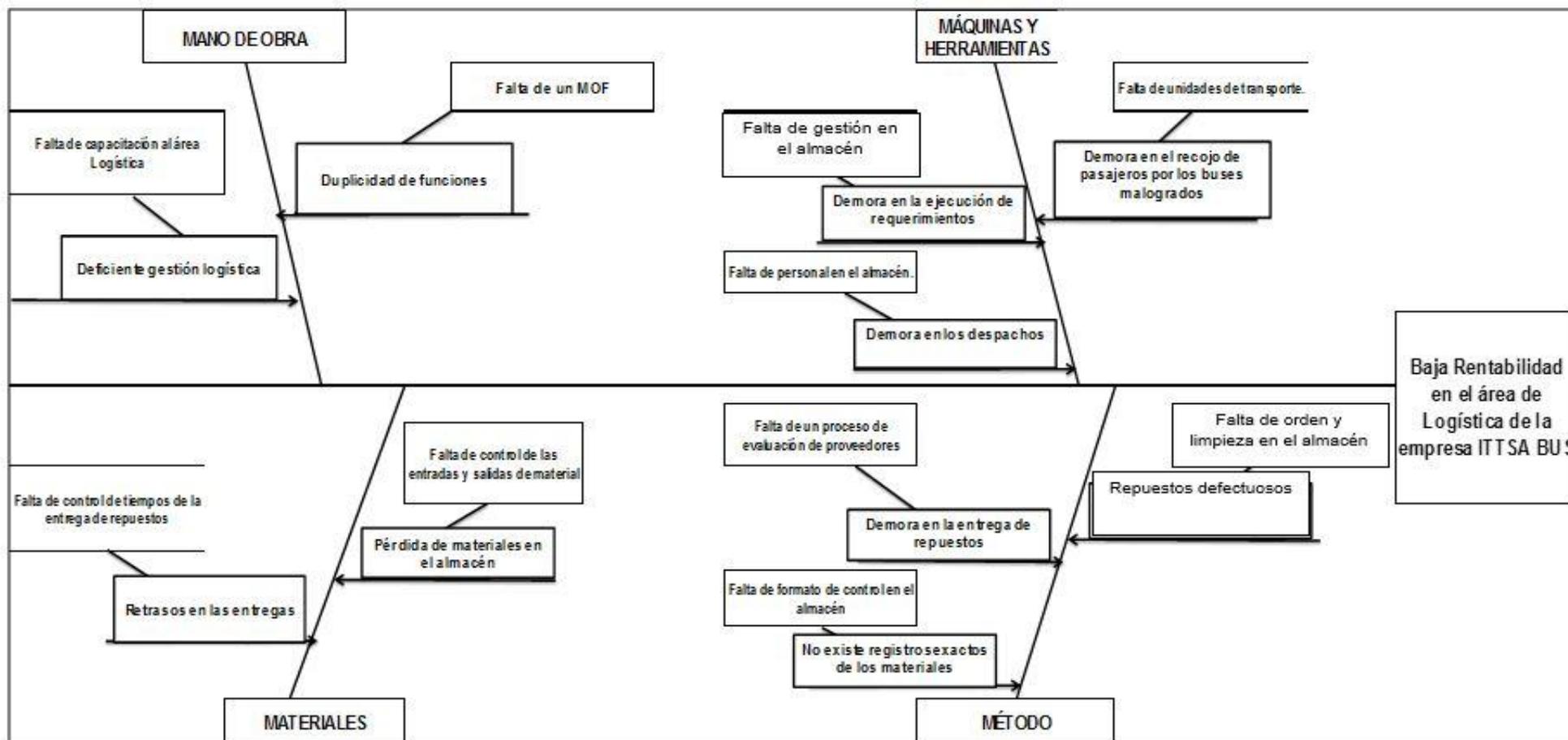
3.3.1. Diagrama de Ishikawa

Figura 14: Causas de la baja rentabilidad de la empresa ITTSA BUS – Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Causas de la baja rentabilidad de la empresa ITTSA BUS – Logística



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Matriz de priorización

Se evaluaron las causas mediante encuestas (Ver anexo N° 01 y anexo N° 02) para determinar las causas raíces.

Tabla 6: Matriz de priorización para el área de Mantenimiento

ENCUESTADOS \ CR	RESULTADOS										
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10	CR11
	Falta de personal especializado para el mantenimiento	Falta de supervisores	Falta de capacitación al área de Mantenimiento	Falta de disponibilidad de las unidades de transporte	Falta de equipos para detección de fallas	Falta de buses para el transporte de pasajeros	Falta de control de calidad en los repuestos	Falta de orden y limpieza de las área de trabajo	Falta de mantenimiento predictivo	Falta de procedimientos de trabajo de mantenimiento	Falta de gestión de la documentación
Jefe de mantenimiento	3	1	3	3	3	1	0	0	3	0	0
Jefe de almacén	3	1	3	3	3	2	0	1	3	1	1
Asistente de Almacén	3	1	2	3	2	1	0	1	3	0	1
Mecánico 1	2	1	3	3	3	1	0	1	3	1	1
Mecánico 2	3	0	3	3	3	1	1	1	3	0	1
Electricista 1	3	1	2	3	3	1	1	1	3	0	0
Electricista 2	3	1	0	3	3	1	2	1	3	1	1
Llantero	3	0	3	3	3	2	1	0	3	1	1
Soldador	3	1	2	3	3	1	0	1	3	1	0
Calificación total	26	7	21	27	26	11	5	7	27	5	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Matriz de priorización para el área de Logística

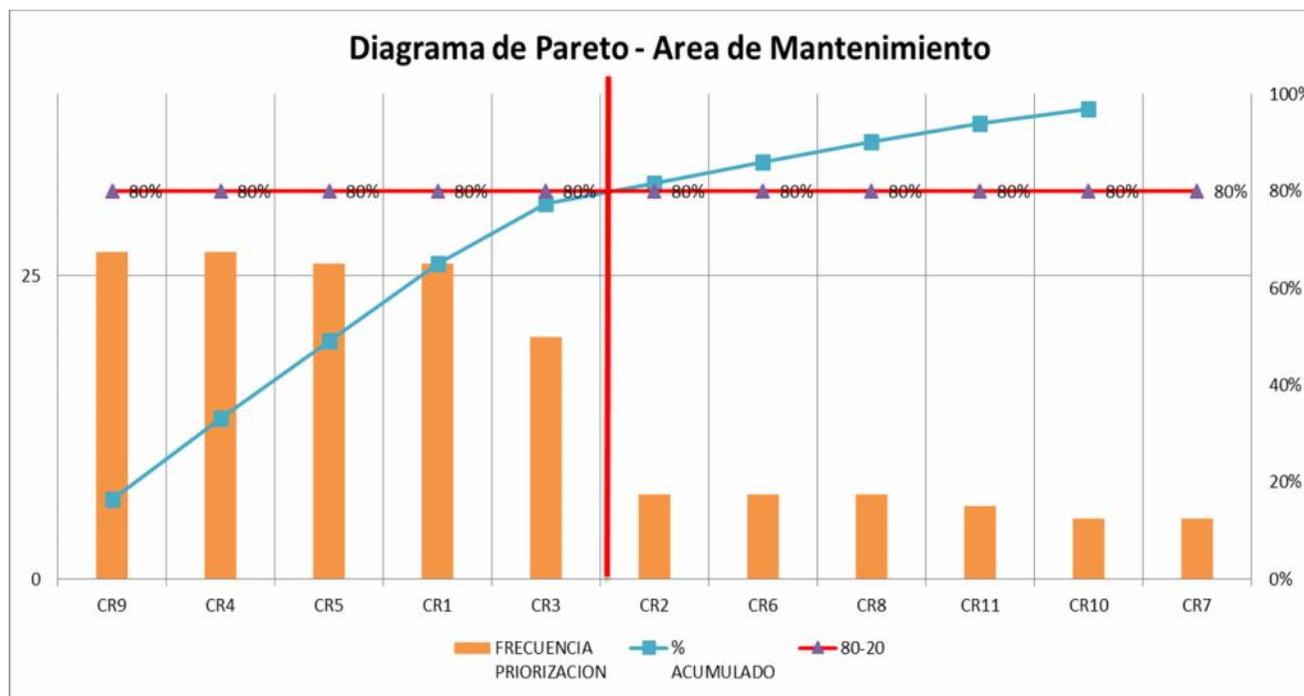
ENCUESTADOS CR	RESULTADOS									
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10
	Falta de capacitación al área Logística	Falta de un MOF	Falta de gestión en el almacén	Falta de personal en el almacén.	Falta de unidades de transporte.	Falta de control de tiempos de la entrega de repuestos	Falta de control de las entradas y salidas de material	Falta de un proceso de evaluación de proveedores	Falta de orden y limpieza en el almacén	Falta de formato de control en el almacén
Jefe de mantenimiento	3	1	3	2	0	3	0	3	3	1
Jefe de almacén	2	1	3	2	1	3	1	3	3	1
Asistente de Almacén	1	2	3	0	1	3	1	3	1	1
Mecánico 1	2	1	3	0	1	3	0	3	2	1
Mecánico 2	3	0	2	1	1	3	1	2	3	1
Electricista 1	2	1	3	1	0	3	1	3	3	1
Electricista 2	2	1	2	0	1	3	1	3	3	1
Llantero	2	0	3	0	0	3	1	3	3	1
Soldador	3	2	3	1	0	3	1	3	3	1
Calificación total	20	9	25	7	5	27	7	26	24	9

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Pareto

Según la matriz de priorización de mantenimiento, se determinó las causas más importantes y las cuales se buscarán dar solución.

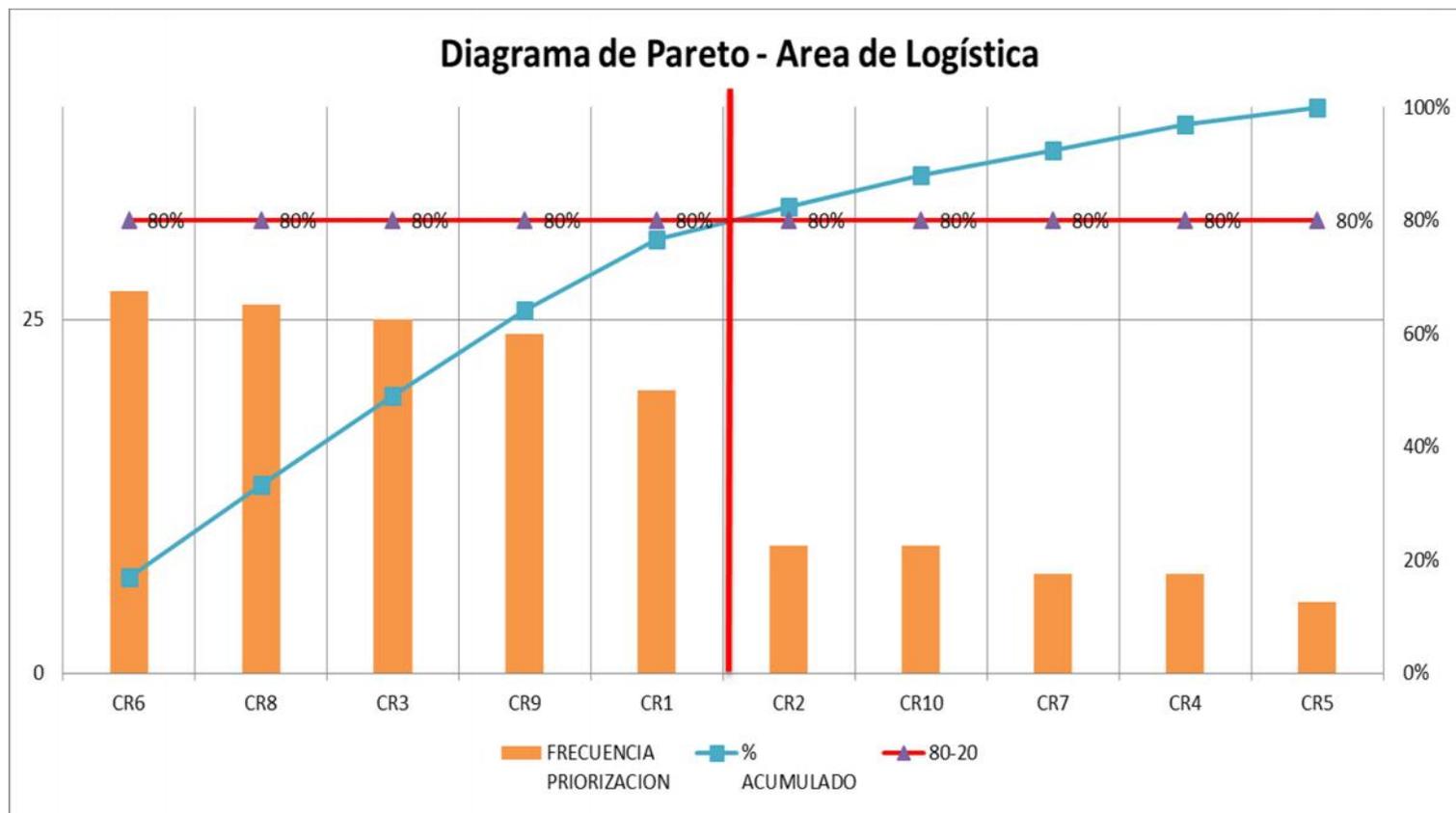
Figura 16: Diagrama de Pareto de la encuesta del área de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación se considera relevante las causas: CR9, CR4, CR5, CR1 Y CR3. Por otro lado CR2, CR6, CR8, CR11, CR10 Y CR11 no entran en esta clasificación.

Figura 17: Diagrama de Pareto de la encuesta del área Logística



Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación se considera relevante las causas: CR6, CR8, CR3, CR9 Y CR1. Por otro lado CR2, CR10, CR7, CR4 Y CR5 no entran en esta clasificación.

3.3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas

Tabla 8: Indicadores y metas - Mantenimiento

INDICADORES - MANTENIMIENTO										
CR	CAUSA	INDICADOR	FÓRMULA	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA (SOLES)	VALOR MEJORADO	PÉRDIDA (SOLES)	BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR9	Falta de mantenimiento predictivo	% de OT de mantenimiento predictivo	(Horas destinadas al mantenimiento predictivo/ Horas totales de mantenimiento) x 100%	%	0%	S/. 2,920,906	19%	S/. 2,232,173	S/. 688,734	Plan de mantenimiento predictivo
CR4	Falta de disponibilidad de las unidades de transporte	Disponibilidad operacional	MTBF/(MTBF+MTTR).	%	90.36%		91.26%			
		Número de fallas	N° fallas	N°	7160	5728				
CR5	Falta de personal especializado para algunas OT de mantenimiento	% de mantenimiento externo	(Número de OT externas /Total de OT) X 100%	%	35%	S/. 1,922,334	28%	S/. 1,861,151	S/. 61,183	
CR1	Falta de equipos para detección de fallas	Cantidad de equipos predictivos	Número de equipos	N°	0	S/. 384,467	10	S/. 372,230	S/. 12,236.58	
CR3	Falta de capacitación al área de Mantenimiento	% de capacitaciones al área de Mantenimiento	N° de capacitaciones Mantto./ N° total de capacitaciones x 100%	%	5%	S/. 32,143	10%	S/. 20,572	S/. 11,571.56	Cronograma de Capacitación para el área de Mantenimiento
						S/. 5,227,707		S/. 4,465,554	S/. 773,725	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Indicadores y metas – Logística

INDICADORES - LOGÍSTICA										
CR	CAUSA	INDICADOR	FÓRMULA	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA (SOLES)	VALOR MEJORADO	PÉRDIDA (SOLES)	BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR6	Falta de control de tiempos de la entrega de repuestos	Tiempo por demoras en la entrega de repuestos por parte de los proveedores	N° de horas por las demoras por parte de los proveedores	N°	5422	S/. 522,762	4338	S/. 418,210	S/. 104,552	Proceso de selección y evaluación de proveedores
CR8	Falta de un proceso de evaluación de proveedores	% de proveedores críticos	(N° de proveedores críticos / N° de proveedores totales) x 100%	%	0%		29%			
CR3	Falta de gestión en el almacén	N° Despachos hechos fuera de tiempo	N° Despachos hechos fuera de tiempo	N°	305	S/. 45,114	229	S/. 24,813	S/. 20,301	Lote Económico de Pedido (EOQ)
		Tiempo promedio de atención por despacho de material	Tiempo promedio de atención por despacho de material	Minutos	27		16			
CR9	Falta de orden y limpieza en el almacén	% de repuestos defectuosos por falta de limpieza y manipuleo	N° de repuestos defectuosos por falta de limpieza y manipuleo x 100% / N° Total de repuestos	%	0.31%	S/. 163,202	0.19%	S/. 130,562	S/. 32,640	Metodología de las 5s
CR1	Falta de capacitación al área Logística	% de Horas de capacitación en Logística	Horas de capacitación en Logística *100 / Horas totales de capacitación en la	%	4%	S/. 168,959	6.25%	S/. 126,719	S/. 42,240	Cronograma de Capacitación para el
						S/. 900,037		S/. 700,303	S/. 199,734	

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Diagnostico de las causas raíces

A continuación se detallará como se obtuvo cada valor actual de las causas raíces.

Área de Mantenimiento

1. Falta de mantenimiento predictivo - CR9

La empresa ITSSA BUS en el año 2017 tuvo un total de 29941 horas de reparación de los cuales el 70% (20959 horas) corresponde al mantenimiento correctivo y el 30% (8982 horas) corresponde al mantenimiento preventivo.

Cabe encontrar que la empresa no aplica el mantenimiento predictivo. Así como se muestra la siguiente tabla.

Tabla 10: % de horas por tipo de mantenimiento -2017

Tipo de Mantenimiento -2017	N° horas	%
Correctivo	20959	70%
Preventivo	8982	30%
Predictivo	0	0
Total	29941	

Fuente: Elaboración propia

2. Falta de disponibilidad de las unidades de transporte - CR4

En el año 2017 la empresa Itssa Bus llegó a realizar 34020 viajes con sus 92 unidades, y dejó de atender 2876 servicios (viajes) debido a que las unidades de transporte en algunos casos se encontraban malogradas. Esto se debió a que la empresa no llegaba a su disponibilidad operacional meta actual que era de 98%, cabe mencionar que en el año 2017 la disponibilidad operacional fue de 90.4%. Es así pues que en este año se obtuvo un total de 7160 paradas de las unidades de transporte y se tuvo un tiempo total de reparaciones (TTR) de 29941 horas, un TTF 331504 horas, MTTR de 4.99 horas y un MTBF de 47.02 horas.

A continuación se muestra en la tabla 11, los indicadores iniciales donde se podrá verificar lo antes mencionado:

Tabla 11: Disponibilidad operacional inicial

N°	MARCA	TIPO	COSTO HORA MAQUINA	TTR(h)	TTR(h)	DEMORA (H) ENTREGA DE REPUESTOS	N° FALLAS	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INHERENTE	Disponibilidad Operacional	CLC DEL MANITTO. CORRECTIVO
1	SCANIA	MIXTO 56	74.24	2664	441	73	64	41.63	8.03	85.8%	83.8%	32,738.84
2	SCANIA	MIXTO 56	92.11	2366	417	45	93	25.44	4.97	85.0%	83.7%	38,407.89
3	SCANIA	MIXTO 56	195.61	1284	486	55	65	19.75	8.32	72.5%	70.4%	95,067.17
4	SCANIA	MIXTO 56	82.66	3540	414	57	72	49.17	6.54	89.5%	88.3%	34,222.28
5	SCANIA	MIXTO 56	256.48	1204	388	39	75	16.05	5.69	75.6%	73.8%	99,515.84
6	SCANIA	MIXTO 56	43.65	6615	475	43	88	75.17	5.89	93.3%	92.7%	20,734.25
7	SCANIA	MIXTO 56	122.44	2394	459	65	84	28.50	6.24	83.9%	82.0%	56,200.92
8	SCANIA	MIXTO 56	50.13	5790	396	48	89	65.06	4.99	93.6%	92.9%	19,852.14
9	SCANIA	SOFA 40	97.88	2948	471	68	71	41.52	7.59	86.2%	84.5%	46,100.86
10	SCANIA	SOFA 43	78.00	3588	230	57	63	56.95	4.56	94.0%	92.6%	17,941.02
11	SCANIA	MIXTO 56	138.98	2016	150	51	68	29.65	2.96	93.1%	90.9%	20,846.40
12	SCANIA	MIXTO 56	144.49	2324	195	64	76	30.58	3.41	92.3%	90.0%	28,176.05
13	SCANIA	MIXTO 53	40.87	6660	239	42	64	104.06	4.39	96.5%	96.0%	9,768.05
14	SCANIA	MIXTO 53	161.43	2352	250	56	69	34.09	4.43	90.4%	88.5%	40,357.00
15	SCANIA	MIXTO 53	49.86	5850	162	79	88	66.48	2.74	97.3%	96.0%	8,077.97
16	SCANIA	MIXTO 53	76.89	4150	187	76	70	59.29	3.76	95.7%	94.0%	14,379.20
17	SCANIA	MIXTO 53	65.46	4875	241	56	79	61.71	3.76	95.3%	94.3%	15,775.52
18	SCANIA	MIXTO 53	51.28	5343	217	54	69	77.43	3.93	96.1%	95.2%	11,127.41
19	SCANIA	SOFA 42	75.08	4080	350	76	91	44.84	4.68	92.1%	90.5%	26,277.33
20	SCANIA	SOFA 42	73.69	3465	373	53	81	42.78	5.26	90.3%	89.1%	27,487.92
21	SCANIA	MIXTO 53	111.04	1908	325	61	69	27.65	5.59	85.4%	83.2%	36,086.88
22	SCANIA	MIXTO 53	41.55	5556	345	80	84	66.14	5.06	94.2%	92.9%	14,336.37
23	SCANIA	MIXTO 53	43.66	7335	359	72	65	112.85	6.63	95.3%	94.5%	15,674.41
24	SCANIA	MIXTO 53	57.71	4862	297	45	70	69.46	4.89	94.2%	93.4%	17,139.31
25	SCANIA	MIXTO 53	103.94	2792	354	77	64	43.63	6.73	88.7%	86.6%	36,795.89
26	SCANIA	MIXTO 53	61.48	4420	374	54	65	68.00	6.58	92.2%	91.2%	22,994.55
27	SCANIA	MIXTO 53	125.60	2410	383	66	83	29.04	5.41	86.3%	84.3%	48,104.10
28	SCANIA	MIXTO 53	259.69	1160	287	45	86	13.49	3.86	80.2%	77.7%	74,529.66
29	SCANIA	MIXTO 56	220.79	1365	321	40	78	17.50	4.63	81.0%	79.1%	70,872.60
30	SCANIA	MIXTO 56	143.10	2106	301	79	82	25.68	4.63	87.5%	84.7%	43,073.89
31	SCANIA	MIXTO 56	39.10	7410	351	65	70	105.86	5.94	95.5%	94.7%	13,723.52
32	SCANIA	MIXTO 56	80.37	3608	285	71	63	57.27	5.65	92.7%	91.0%	22,905.39
33	SCANIA	MIXTO 56	58.63	6058	378	73	84	72.12	5.37	94.1%	93.1%	22,160.71
34	SCANIA	MIXTO 56	108.07	2760	353	54	78	35.38	5.22	88.7%	87.1%	38,150.05
35	VOLVO	MIXTO 56	58.12	4746	321	41	81	58.59	4.47	93.7%	92.9%	18,656.67
36	VOLVO	MIXTO 56	93.83	3776	331	70	76	49.68	5.28	91.9%	90.4%	31,056.55
37	VOLVO	SOFA 42	68.32	5137	312	78	80	64.21	4.88	94.3%	92.9%	21,317.29
38	VOLVO	SOFA 42	156.36	1750	322	58	85	20.59	4.47	84.5%	82.2%	50,348.70
39	VOLVO	CAMA 32	87.08	4158	291	54	67	62.06	5.15	93.5%	92.3%	25,340.90
40	VOLVO	CAMA 32	163.87	1850	369	54	92	20.11	4.60	83.4%	81.4%	60,468.00
41	SCANIA	CAMA 32	81.46	4532	346	48	89	50.92	4.43	92.9%	92.0%	28,186.19
42	SCANIA	CAMA 32	82.37	2799	374	74	76	36.83	5.89	88.2%	86.2%	30,807.12
43	SCANIA	MIXTO 56	82.06	2910	316	74	80	36.38	4.88	90.2%	88.2%	25,929.63
44	SCANIA	MIXTO 56	87.10	2958	337	77	93	31.81	4.45	89.8%	87.7%	29,352.01
45	SCANIA	MIXTO 56	104.94	3580	338	42	69	51.88	5.51	91.4%	90.4%	35,468.51
46	SCANIA	MIXTO 56	91.04	2808	352	58	90	31.20	4.56	88.9%	87.3%	32,046.48
47	SCANIA	MIXTO 56	96.52	2601	313	43	74	35.15	4.81	89.3%	88.0%	30,211.20
48	SCANIA	MIXTO 56	46.86	4815	323	61	84	57.32	4.57	93.7%	92.6%	15,137.19
49	SCANIA	CAMA 32	43.72	6146	373	79	67	91.73	6.75	94.3%	93.1%	16,307.61
50	SCANIA	CAMA 32	39.24	5863	365	64	83	70.64	5.17	94.1%	93.2%	14,320.82
51	SCANIA	CAMA 32	67.97	3402	349	40	68	50.03	5.72	90.7%	89.7%	23,721.25
52	SCANIA	CAMA 32	220.22	1050	286	59	86	12.21	4.01	78.6%	75.3%	62,982.99
53	SCANIA	MIXTO 56	47.28	4797	290	45	85	56.44	3.94	94.3%	93.5%	13,711.25
54	SCANIA	MIXTO 56	183.82	1624	300	42	69	23.54	4.96	84.4%	82.6%	55,145.80
82	SCANIA	SOFA 42	102.54	3120	333	40	80	39.00	4.66	90.4%	89.3%	34,145.59
83	VOLVO	MIXTO 56	85.91	4290	369	79	82	52.32	5.46	92.1%	90.5%	31,701.60
84	VOLVO	MIXTO 56	82.43	4082	300	61	91	44.86	3.97	93.2%	91.9%	24,729.06
85	VOLVO	MIXTO 56	301.99	1108	363	61	77	14.39	5.51	75.3%	72.3%	109,622.69
86	VOLVO	MIXTO 56	42.18	3500	337	53	67	52.24	5.82	91.2%	90.0%	14,215.17
87	VOLVO	MIXTO 56	132.01	1580	199	76	78	20.26	3.53	88.8%	85.2%	26,270.29
88	VOLVO	MIXTO 56	53.61	4114	157	47	70	58.77	2.91	96.3%	95.3%	8,416.77
89	VOLVO	MIXTO 56	82.62	4125	156	79	67	61.57	3.51	96.4%	94.6%	12,889.28
90	VOLVO	MIXTO 56	147.76	1936	269	41	81	23.90	3.83	87.8%	86.2%	39,746.24
91	VOLVO	MIXTO 56	80.75	3060	165	52	86	35.58	2.52	94.9%	93.4%	13,323.18
92	VOLVO	MIXTO 56	64.79	3500	182	66	68	51.47	3.65	95.1%	93.4%	11,792.04
		TOTALES	97.58	331504	29941	5422	7160	47.02	4.99	90.2%	88.6%	S/. 2,920,906

Fuente: Elaboración propia

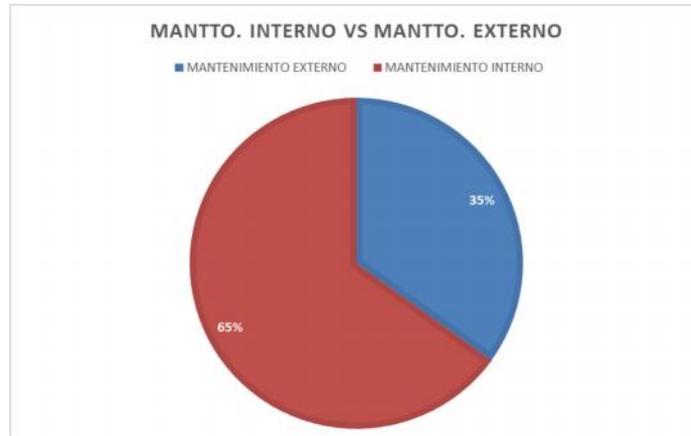
Se determinó que la disponibilidad de las unidades de 90.4% generó un costo lucro cesante (CLC) de S/.2, 920,906.

3. Falta de personal especializado para algunas OT de mantenimiento – CR1.

En el año 2017 la empresa tuvo un total de 13924 fallas de las cuales el 65%(4654 fallas) se le hizo un mantenimiento interno, y el 35%(2506 fallas) se le hizo un mantenimiento externo. Así como se muestra en la figura 18. Esto debido a que la empresa no cuenta con personal que tenga conocimiento y habilidades que en técnicas predictivas que le permitan reducir así las fallas y sobre todo poder detectarlas a tiempo y de esta forma evitar estar solicitando servicio de mantenimiento externo.

Cabe mencionar que el costo de mantenimiento externo ascendió a S/.1, 922,334. Así como se muestra en la tabla.

Figura 18: Mantto. Externo vs Mantto. Interno inicial



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Costo inicial del mantenimiento externo

2107	
N° DE OT EXTERNAS	2506.00
COSTO POR OT EXTERNAS	S/. 1,922,334
COSTO PROMEDIO POR OT EXTERNA	S/. 767

Fuente: Elaboración propia

4. Falta de equipos para la detección de fallas – CR5

La empresa Ittasa Bus, no cuenta con equipos que le faciliten la detección de fallas de los componentes de las unidades de transporte, si bien es cierto ellos realizan el mantenimiento preventivo, gran parte de este mantenimiento lo realizan las mismas concesionarias, es por ello que cuando hay una falla; los mecánicos de la empresa tratan de dar una solución inmediata cambiando el repuesto dañado pero no logran determinar cuál fue la causa ya que no tiene ningún parámetro o indicio que le permita saber cuál fue la falla realmente.

El costo de no tener estos equipos se estima que equivale a un 20% del monto total facturado en mantenimiento externo el cual fue de S/.384,466.83. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13: Costo de la falta de equipos

	2017
Costo del mantenimiento externo	S/. 1,922,334.16
Costo de no tener equipos	S/. 384,466.83

Fuente: Elaboración propia

5. Falta de capacitación al área de Mantenimiento – CR3

Cabe mencionar que la empresa durante el año 2017 brindó solo 4 capacitaciones para el área de mantenimiento lo que representa un 5% del total de capacitaciones.

Tabla 14: % capacitación para el área de mantenimiento

Áreas	N° de capacitaciones	%
Mantenimiento	4	5%
Logística	3	4%
Recursos humanos	6	8%
SSOMMA	12	15%
Administración	12	15%
Finanzas	8	10%
Operaciones	20	25%
Sistemas	15	19%
Total	80	
% CAPACITACIÓN ÁREA MANTENIMIENTO		5%

Fuente: Elaboración propia

La falta de capacitación en temas de mantenimiento de sus unidades ocasiona que se tenga tiempos de parada debido que los operarios no saben lo que tiene que hacer para solicitar un mantenimiento.

Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es de 8 min por cada falla. Al valorizar el tiempo como costo lucro cesante anual asciende a un total de S/.32, 143.

Tabla 15: Costo lucro cesante de la falta de capacitación

		2017	COSTO LUCRO CESANTE ANUAL
Causa raíz	N° FALLAS	7160	
CR3	TIEMPO PROMEDIO PARA AVISAR QUE EXISTE UNA FALLA (MIN)	8	
	TOTAL	57280	S/. 32,143.22
	PERDIDA ACTUAL		S/. 32,143.22

Fuente: Elaboración propia

Área de Logística

6. Falta de control de tiempos de la entrega de repuestos – CR6

En la empresa Ittisa Bus otra de las causas que originan que las unidades no estén disponibles en el tiempo que se le necesitan es debido a que el tiempo de la solución de las fallas correctivas se extienden y esto se da debido a que el área logística genera tiempos muertos por las demoras en la entrega de repuestos que se da cuando se realiza el mantenimiento correctivo y esto debido a que no existe una adecuada clasificación de los repuestos.

Se determinó que estos tiempos de demoras en la entrega de repuestos fue de 5422 horas, esto generó un Costo lucro cesante por demoras en la entrega de repuestos de S/.522, 762. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16: Costo lucro cesante de la falta de repuestos

N°	MARCA	TIPO	COSTO HORA MAQUINA	TTF(h)	TTR(h)	DEMORA (H) ENTREGA DE REPUESTOS	N° FALLAS	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INHERENTE	Disponibilidad Operacional	CLC POR DEMORAS LOGISTICAS
1	SCANIA	MIXTO 56	74.24	2664	441	73	64	41.63	8.03	85.8%	83.8%	S/. 5,419
2	SCANIA	MIXTO 56	92.11	2366	417	45	93	25.44	4.97	85.0%	83.7%	S/. 4,145
3	SCANIA	MIXTO 56	195.61	1284	486	55	65	19.75	8.32	72.5%	70.4%	S/. 10,759
4	SCANIA	MIXTO 56	82.66	3540	414	57	72	49.17	6.54	89.5%	88.3%	S/. 4,712
5	SCANIA	MIXTO 56	256.48	1204	388	39	75	16.05	5.69	75.6%	73.8%	S/. 10,003
6	SCANIA	MIXTO 56	43.65	6615	475	43	88	75.17	5.89	93.3%	92.7%	S/. 1,877
7	SCANIA	MIXTO 56	122.44	2394	459	65	84	28.50	6.24	83.9%	82.0%	S/. 7,959
8	SCANIA	MIXTO 56	50.13	5790	396	48	89	65.06	4.99	93.6%	92.9%	S/. 2,406
9	SCANIA	SOFA 40	97.88	2948	471	68	71	41.52	7.59	86.2%	84.5%	S/. 6,656
10	SCANIA	SOFA 43	78.00	3588	230	57	63	56.95	4.56	94.0%	92.6%	S/. 4,446
11	SCANIA	MIXTO 56	138.98	2016	150	51	68	29.65	2.96	93.1%	90.9%	S/. 7,088
12	SCANIA	MIXTO 56	144.49	2324	195	64	76	30.58	3.41	92.3%	90.0%	S/. 9,248
29	SCANIA	MIXTO 56	220.79	1365	321	40	78	17.50	4.63	81.0%	79.1%	S/. 8,831
30	SCANIA	MIXTO 56	143.10	2106	301	79	82	25.68	4.63	87.5%	84.7%	S/. 11,305
31	SCANIA	MIXTO 56	39.10	7410	351	65	70	105.86	5.94	95.5%	94.7%	S/. 2,541
32	SCANIA	MIXTO 56	80.37	3608	285	71	63	57.27	5.65	92.7%	91.0%	S/. 5,706
33	SCANIA	MIXTO 56	58.63	6058	378	73	84	72.12	5.37	94.1%	93.1%	S/. 4,280
34	SCANIA	MIXTO 56	108.07	2760	353	54	78	35.38	5.22	88.7%	87.1%	S/. 5,836
35	VOLVO	MIXTO 56	58.12	4746	321	41	81	58.59	4.47	93.7%	92.9%	S/. 2,383
36	VOLVO	MIXTO 56	93.83	3776	331	70	76	49.68	5.28	91.9%	90.4%	S/. 6,568
37	VOLVO	SOFA 42	68.32	5137	312	78	80	64.21	4.88	94.3%	92.9%	S/. 5,329
38	VOLVO	SOFA 42	156.36	1750	322	58	85	20.59	4.47	84.5%	82.2%	S/. 9,069
39	VOLVO	CAMA 32	87.08	4158	291	54	67	62.06	5.15	93.5%	92.3%	S/. 4,702
40	VOLVO	CAMA 32	163.87	1850	369	54	92	20.11	4.60	83.4%	81.4%	S/. 8,849
41	SCANIA	CAMA 32	81.46	4532	346	48	89	50.92	4.43	92.9%	92.0%	S/. 3,910
42	SCANIA	CAMA 32	82.37	2799	374	74	76	36.83	5.89	88.2%	86.2%	S/. 6,096
43	SCANIA	MIXTO 56	82.06	2910	316	74	80	36.38	4.88	90.2%	88.2%	S/. 6,072
44	SCANIA	MIXTO 56	87.10	2958	337	77	93	31.81	4.45	89.8%	87.7%	S/. 6,707
45	SCANIA	MIXTO 56	104.94	3580	338	42	69	51.88	5.51	91.4%	90.4%	S/. 4,407
46	SCANIA	MIXTO 56	91.04	2808	352	58	90	31.20	4.56	88.9%	87.3%	S/. 5,280
47	SCANIA	MIXTO 56	96.52	2601	313	43	74	35.15	4.81	89.3%	88.0%	S/. 4,150
48	SCANIA	MIXTO 56	46.86	4815	323	61	84	57.32	4.57	93.7%	92.6%	S/. 2,859
49	SCANIA	CAMA 32	43.72	6146	373	79	67	91.73	6.75	94.3%	93.1%	S/. 3,454
50	SCANIA	CAMA 32	39.24	5863	365	64	83	70.64	5.17	94.1%	93.2%	S/. 2,511
51	SCANIA	CAMA 32	67.97	3402	349	40	68	50.03	5.72	90.7%	89.7%	S/. 2,719
52	SCANIA	CAMA 32	220.22	1050	286	59	86	12.21	4.01	78.6%	75.3%	S/. 12,993
53	SCANIA	MIXTO 56	47.28	4797	290	45	85	56.44	3.94	94.3%	93.5%	S/. 2,128
54	SCANIA	MIXTO 56	183.82	1624	300	42	69	23.54	4.96	84.4%	82.6%	S/. 7,720
82	SCANIA	SOFA 42	102.54	3120	333	40	80	39.00	4.66	90.4%	89.3%	S/. 4,102
83	VOLVO	MIXTO 56	85.91	4290	369	79	82	52.32	5.46	92.1%	90.5%	S/. 6,787
84	VOLVO	MIXTO 56	82.43	4082	300	61	91	44.86	3.97	93.2%	91.9%	S/. 5,028
85	VOLVO	MIXTO 56	301.99	1108	363	61	77	14.39	5.51	75.3%	72.3%	S/. 18,421
86	VOLVO	MIXTO 56	42.18	3500	337	53	67	52.24	5.82	91.2%	90.0%	S/. 2,236
87	VOLVO	MIXTO 56	132.01	1580	199	76	78	20.26	3.53	88.8%	85.2%	S/. 10,033
88	VOLVO	MIXTO 56	53.61	4114	157	47	70	58.77	2.91	96.3%	95.3%	S/. 2,520
89	VOLVO	MIXTO 56	82.62	4125	156	79	67	61.57	3.51	96.4%	94.6%	S/. 6,527
90	VOLVO	MIXTO 56	147.76	1936	269	41	81	23.90	3.83	87.8%	86.2%	S/. 6,058
91	VOLVO	MIXTO 56	80.75	3060	165	52	86	35.58	2.52	94.9%	93.4%	S/. 4,199
92	VOLVO	MIXTO 56	64.79	3500	182	66	68	51.47	3.65	95.1%	93.4%	S/. 4,276
TOTALES			97.58	331504	29941	5422	7160	47.02	4.99	90.2%	88.6%	S/. 522,762

Fuente: Elaboración propia

7. Falta de un proceso de evaluación de proveedores – CR8

La empresa en el año 2017 tuvo deficiencias debido a que el área logística no contaba con un proceso de selección y evaluación de proveedores, es

por ello que no se tenía una adecuada clasificación de cuáles eran los proveedores aptos con los que se podía trabajar y cuales no lo eran. Además esto ocasionaba que los proveedores entregaran los repuestos solicitados con retrasos, afectando la disponibilidad operacional debido a que se extendía el tiempo para dar solución a la falla correctiva. Es por ello que el valor del indicador del % de proveedores críticos es 0%. El costo está relacionado con la causa anterior.

8. Falta de gestión en el almacén – CR3

Se determinó que había una mala gestión en el almacén, debido a que se identificó tiempos muertos en los despachos en el almacén. Estos tiempos muertos generan retrasos en el mantenimiento y por ende pérdidas económicas. A continuación se muestra en la tabla 17 un mayor detalle de los tiempos muertos y su impacto económico.

Tabla 17: % Despachos realizados fuera de tiempo

DESPACHOS REALIZADOS EN EL ALMACÉN							
Meses	Número de despachos totales	Número de despachos entregados a destiempo	% de despachos a destiempo	Minuto totales para los despachos	Minutos por pedido	Minutos perdidos por búsquedas	CLC por tiempo perdido
Enero	383	20	5%	12203	31.86	637	S/. 3,488
Febrero	389	33	8%	10569	27.17	897	S/. 4,907
Marzo	396	16	4%	10447	26.38	422	S/. 2,310
Abril	426	28	7%	10661	25.03	701	S/. 3,835
Mayo	400	27	7%	11763	29.41	794	S/. 4,346
Junio	385	28	7%	10368	26.93	754	S/. 4,127
Julio	396	16	4%	11973	30.23	484	S/. 2,648
Agosto	444	25	6%	10566	23.80	595	S/. 3,256
Septiembre	397	25	6%	10314	25.98	649	S/. 3,555
Octubre	391	33	8%	10418	26.64	879	S/. 4,812
Noviembre	384	21	5%	10639	27.71	582	S/. 3,184
Diciembre	394	33	8%	10132	25.72	849	S/. 4,645
Total	4785	305	6%	130053	27.24	8243	S/. 45,113.64

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, de los 4785 despachos realizados en el almacén el año 2017, en promedio el 6% (305 despachos) se hizo a destiempo, generando un tiempo perdido de 130,053 min. También se puede ver que el tiempo promedio por despacho es de 27.24 minutos. Cabe mencionar que este sobretiempo en los despachos genera un Costo lucro cesante (CLC) de S/. 45,113.

9. Falta de orden y limpieza en el almacén – CR9

Actualmente en la empresa se identifica desorden en el almacén de repuestos y en el taller de mantenimiento. La manipulación de estos repuestos y la no detección de fallas a la hora de realizar un mantenimiento ocasionan que muchas veces se deterioren los repuestos o también por quedarse guardados se ven desgastados e inservibles.

En el año 2017 la empresa tuvo una pérdida de repuestos por lo motivos antes mencionados de S/. 163,202. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18: Pérdida de repuestos en el año 2017

Repuesto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Causa	Pérdida total
ASIENTO DE VALVULA - 20459329	4	UNID	S/. 139.01	Manipuleo	S/. 556.04
ARANDELA DE DESGASTE - 1403076	2	UNID	S/. 77.42	Manipuleo	S/. 154.84
ASIENTO VALVULA DE ESCAPE STD. S4/PGR/FKN - 2008345	5	UNID	S/. 382.70	Manipuleo	S/. 1,913.50
ASIENTO DE VALVULA, ADMISION STD S4/PGR/FKN - 1510399	8	UNID	S/. 87.88	Desuso	S/. 703.04
AISLANTE ELECTRICO - 1357573	8	UNID	S/. 1,650.53	Manipuleo	S/. 13,204.22
BALANCIN DE ESCAPE S4 - 1438755	8	UNID	S/. 976.96	Desuso	S/. 7,815.66
TERMOSTATO 80/87° - 1849060	8	UNID	S/. 884.22	Manipuleo	S/. 7,073.77
BARRA ARTICULACION DIRECCION S4 - 1681027	8	UNID	S/. 766.69	Manipuleo	S/. 6,133.48
BARRA CORTA DIRECCION BUS K124 - 1895857	8	UNID	S/. 795.51	Desuso	S/. 6,364.08
BARRA DE REACCION - 1770733	8	UNID	S/. 151.44	Desuso	S/. 1,211.52
BARRA LARGA DIRECCION BUS S4 - 2040254	8	UNID	S/. 87.88	Desuso	S/. 703.04
BASE ABRAZADERA BARRA ESTABILIZADORA - 1848913	8	UNID	S/. 165.21	Desuso	S/. 1,321.70
BASE BOLSA SUSP - 1137071	8	UNID	S/. 87.88	Desuso	S/. 703.04
VALVULA NEUMATICA 3-2 VIAS SANITARIO G6	4	UNID	S/. 151.44	Desuso	S/. 605.76
BATERIA ETNA 12V 15 PLACAS	5	UNID	S/. 75.17	Manipuleo	S/. 375.85
BISAGRA COMPUERTA LH - 1726850	5	UNID	S/. 282.79	Manipuleo	S/. 1,413.95
BLOQUE ELASTICO S4 / AISLANTE DE VIBRACIONES - 1388070	5	UNID	S/. 346.36	Manipuleo	S/. 1,731.80
CONECTOR BOMBA HIDRAULICA VENTILADOR K124 - 0489088	4	UNID	S/. 584.22	Manipuleo	S/. 2,336.88
PERNO/ ESPARRAGO DE RUEDA S4 L=72MM	5	UNID	S/. 227.37	Desuso	S/. 1,136.85
BOCINA GRILLETE DELANTERO MUELLE - 0128680	4	UNID	S/. 715.62	Desuso	S/. 2,862.48
BOCINA CAJA MANDOS OPC - 0244780	5	UNID	S/. 73.47	Manipuleo	S/. 367.35
BOCINA CAJA SELECTORA S4 - 1305109	9	UNID	S/. 1,503.49	Manipuleo	S/. 13,531.41
BOCINAS CILINDRO FRENO DE MOTOR S4 - 1399456	9	UNID	S/. 615.00	Desuso	S/. 5,535.00
BOCINA DE BIELA S4/PGR - 1437123	9	UNID	S/. 1,998.90	Desuso	S/. 17,990.10
SENSOR REVOLUCION EJE LEVAS S4 - 1471747	9	UNID	S/. 3,743.03	Desuso	S/. 33,687.27
BOCINA DE BARRA ESTABIL - R876	9	UNID	S/. 92.12	Desuso	S/. 829.07
BOLSA AIRE CABINA S4 - 1424231	9	UNID	S/. 457.17	Manipuleo	S/. 4,114.53
BOLSA AIRE DELANTERO K113/K124 8X2 - 0411623	9	UNID	S/. 329.40	Manipuleo	S/. 2,964.60
BOLSA SUSP. 3ER - 95.0484	9	UNID	S/. 365.00	Desuso	S/. 3,285.00
BOMBA ALIMENTACION COMBUSTIBLE S4 - 1539298	9	UNID	S/. 176.86	Manipuleo	S/. 1,591.74
BOMBA HIDRAULICA VENTILADOR BUS S4 - 0470177	9	UNID	S/. 94.24	Desuso	S/. 848.16
BOMBA HIDRAULICA VENTILADOR BUS S4 - 1496939	9	UNID	S/. 108.10	Desuso	S/. 972.90
BOMBA HIDRAULICA VENTILADOR BUS S4 - 1765805	5	UNID	S/. 1,044.94	Manipuleo	S/. 5,224.70
BOMBA HIDRAULICA DE VENTILADOR - 2202323	5	UNID	S/. 313.67	Desuso	S/. 1,568.35
BOMBA REFRIGERANTE COMPLETA S4 - 1787120	2	UNID	S/. 105.47	Desuso	S/. 210.94
BOTON - 21827823	3	UNID	S/. 294.96	Manipuleo	S/. 884.88
BOTON - 21827825	3	UNID	S/. 108.10	Desuso	S/. 324.30
BOTON - 21827826	5	UNID	S/. 1,044.94	Desuso	S/. 5,224.70
ARANDELA EJE PRINCIPAL GRS900 - 0395759	2	UNID	S/. 313.67	Manipuleo	S/. 627.34
BOCINA EJE PRINCIPAL GRS900 - 1304852	2	UNID	S/. 105.47	Desuso	S/. 210.94
CABLE ACELERADOR 13500MM K124 - 0489167	5	UNID	S/. 87.88	Manipuleo	S/. 439.40
CASQUILLO BARRA - R335	5	UNID	S/. 165.21	Desuso	S/. 826.06
ANILLO RETEN - 1677370	2	UNID	S/. 87.88	Desuso	S/. 175.76
CILINDRO - 1405803	3	UNID	S/. 151.44	Manipuleo	S/. 454.32
CILINDRO ESCLAVO S4 - 1522377	3	UNID	S/. 75.17	Desuso	S/. 225.51
EMPAQUETADURA BLOQUE DE CONEXIONES APS - 1367630	5	UNID	S/. 282.79	Desuso	S/. 1,413.95
CILINDRO HIDRAULICO DE DIRECC - 1680315	2	UNID	S/. 346.36	Manipuleo	S/. 692.72
CILINDRO MAESTRO, EMBRAGUE PGR/FKN - 1927829	2	UNID	S/. 329.96	Desuso	S/. 659.92
TOTAL	281		S/. 23,050.99		S/. 163,202.43

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que de los 89530 repuestos que adquirió el almacén durante el año 2017, esta pérdida representa el 0.31% de repuestos defectuosos (281 repuestos). Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19: % de repuestos defectuosos

ITEM	2017
N° de repuestos defectuosos	281
N° de repuestos en el año	89530
% de repuestos defectuosos	0.31%

Fuente: Elaboración propia

10. Falta de capacitación al área Logística – CR1

Uno de los problemas que afecta a la baja rentabilidad de la empresa es la falta de capacitación en temas concerniente a temas logísticos.

En el año 2017, la empresa tuvo un total de 80 capacitaciones de las cuales solo 3 capacitaciones fueron dirigidas al área logística representando el 4% del número total de capacitaciones realizadas. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20: Horas de capacitación 2017

Áreas	N° de capacitaciones	%
Mantenimiento	4	5%
Logística	3	4%
Recursos humanos	6	8%
SSOMMA	12	15%
Administración	12	15%
Finanzas	8	10%
Operaciones	20	25%
Sistemas	15	19%
Total	80	

% CAPACITACIÓN ÁREA LOGÍSTICA	4%
--------------------------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia

Además la falta de capacitación origino que se tenga retrasos en la entrega de repuestos debido a la falta de stock. En el año 2017 de los 4785 despachos realizados en el almacén, 343 pedidos no fueron

atendidos debido a que no se encontró el repuesto en el almacén y esto debido a que no se tiene un control adecuado y un registro exacto de las salidas de repuestos y del stock que debe tener para atender los requerimientos sin pérdidas de tiempo.

Tabla 21: % Despachos no atendidos por falta de stock

Meses	Número de despachos totales	Numero de despachos no atendidos por falta de stock	% de despachos no atendidos por falta de stock	Horas perdidas por la falta de stock	CLC por falta de stock
Enero	383	25	7%	38	S/. 12,315
Febrero	389	28	7%	42	S/. 13,793
Marzo	396	23	6%	35	S/. 11,330
Abril	426	27	6%	41	S/. 13,300
Mayo	400	33	8%	50	S/. 16,256
Junio	385	34	9%	51	S/. 16,748
Julio	396	31	8%	47	S/. 15,270
Agosto	444	25	6%	38	S/. 12,315
Septiembre	397	33	8%	50	S/. 16,256
Octubre	391	26	7%	39	S/. 12,807
Noviembre	384	29	8%	44	S/. 14,285
Diciembre	394	29	7%	44	S/. 14,285
Total	4785	343	7.2%	515	S/. 168,959

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, el % promedio de despachos no atendidos por falta de stock es de 7.2%, lo que generó un Costo Lucro Cesante de S/. 168,959.00

CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Propuesta de mejora

1. Plan de mantenimiento predictivo
2. Cronograma de capacitación para el área de Mantenimiento
3. Proceso de selección y evaluación de los proveedores
4. Clasificación de los repuestos en función de la criticidad
5. Metodología de las 5s
6. Cronograma de Capacitación para el área de Mantenimiento
7. Cronograma de Capacitación para el área Logística

A continuación se desarrolla las propuestas antes mencionadas:

a) Plan de Mantenimiento predictivo

La propuesta de mejora del plan de mantenimiento predictivo se desarrollará siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Listado de las unidades de transporte
- 2) Determinar los indicadores de las unidades de transporte
- 3) Análisis de las fallas
- 4) Determinación de las técnicas y equipos predictivos a utilizar.
- 5) Determinación de la frecuencia de inspección.

A continuación se describe la propuesta de mejora del diseño del plan de mantenimiento predictivo para las unidades de la empresa Ittisa Bus.

1. Listado de las unidades de transporte

Actualmente la empresa cuenta con un total de 92 unidades, las cuales detallo a continuación.

Tabla 22: Listado de Unidades de transporte

N°	Unidades	Marca	N°	Unidades	Marca
1	MIXTO 56	SCANIA	47	MIXTO 56	SCANIA
2	MIXTO 56	SCANIA	48	MIXTO 56	SCANIA
3	MIXTO 56	SCANIA	49	CAMA 32	SCANIA
4	MIXTO 56	SCANIA	50	CAMA 32	SCANIA
5	MIXTO 56	SCANIA	51	CAMA 32	SCANIA
6	MIXTO 56	SCANIA	52	CAMA 32	SCANIA
7	MIXTO 56	SCANIA	53	MIXTO 56	SCANIA
8	MIXTO 56	SCANIA	54	MIXTO 56	SCANIA
9	SOFA 40	SCANIA	55	SOFA 42	SCANIA
10	SOFA 43	SCANIA	56	SOFA 42	SCANIA
11	MIXTO 56	SCANIA	57	SOFA 42	SCANIA
12	MIXTO 56	SCANIA	58	SOFA 42	SCANIA
13	MIXTO 53	SCANIA	59	SOFA 42	SCANIA
14	MIXTO 53	SCANIA	60	SOFA 42	SCANIA
15	MIXTO 53	SCANIA	61	MIXTO 56	SCANIA
16	MIXTO 53	SCANIA	62	MIXTO 56	SCANIA
17	MIXTO 53	SCANIA	63	CAMA 32	SCANIA
18	MIXTO 53	SCANIA	64	CAMA 32	SCANIA
19	SOFA 42	SCANIA	65	CAMA 32	SCANIA
20	SOFA 42	SCANIA	66	CAMA 32	SCANIA
21	MIXTO 53	SCANIA	67	MIXTO 56	SCANIA
22	MIXTO 53	SCANIA	68	MIXTO 56	SCANIA
23	MIXTO 53	SCANIA	69	CAMA 32	SCANIA
24	MIXTO 53	SCANIA	70	CAMA 32	SCANIA
25	MIXTO 53	SCANIA	71	CAMA 32	SCANIA
26	MIXTO 53	SCANIA	72	CAMA 32	SCANIA
27	MIXTO 53	SCANIA	73	CAMA 32	SCANIA
28	MIXTO 53	SCANIA	74	CAMA 32	SCANIA
29	MIXTO 56	SCANIA	75	CAMA 32	SCANIA
30	MIXTO 56	SCANIA	76	CAMA 32	SCANIA
31	MIXTO 56	SCANIA	77	CAMA 32	SCANIA
32	MIXTO 56	SCANIA	78	CAMA 32	SCANIA
33	MIXTO 56	SCANIA	79	CAMA 32	SCANIA
34	MIXTO 56	SCANIA	80	CAMA 32	SCANIA
35	MIXTO 56	VOLVO	81	SOFA 42	SCANIA
36	MIXTO 56	VOLVO	82	SOFA 42	SCANIA
37	SOFA 42	VOLVO	83	MIXTO 56	VOLVO
38	SOFA 42	VOLVO	84	MIXTO 56	VOLVO
39	CAMA 32	VOLVO	85	MIXTO 56	VOLVO
40	CAMA 32	VOLVO	86	MIXTO 56	VOLVO
41	CAMA 32	SCANIA	87	MIXTO 56	VOLVO
42	CAMA 32	SCANIA	88	MIXTO 56	VOLVO
43	MIXTO 56	SCANIA	89	MIXTO 56	VOLVO
44	MIXTO 56	SCANIA	90	MIXTO 56	VOLVO
45	MIXTO 56	SCANIA	91	MIXTO 56	VOLVO
46	MIXTO 56	SCANIA	92	MIXTO 56	VOLVO

Fuente: Elaboración propia

2. Indicadores de las unidades de transporte

En el año 2017, la empresa Ittsa Bus, obtuvo en sus equipos (Unidades Volvo y Scania), un total de 7160 paradas y se tuvo un tiempo total de reparaciones (TTR) de 29941 horas, un TTF 331504 horas, MTTR de 4.99 horas y un MTBF 47.02 de horas, así como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 23: Indicadores de las unidades de transporte- 1

N°	MARCA	TIPO	COSTO HORA MAQUINA	TTF(h)	TTR(h)	DEMORA (H) ENTREGA DE REPUESTOS	N° FALLAS	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INHERENTE	Disponibilidad Operacional	CLC DEL MANTTO. CORRECTIVO
1	SCANIA	MIXTO 56	74.24	2664	441	73	64	41.63	8.03	85.8%	83.8%	32,738.84
2	SCANIA	MIXTO 56	92.11	2366	417	45	93	25.44	4.97	85.0%	83.7%	38,407.89
3	SCANIA	MIXTO 56	195.61	1284	486	55	65	19.75	8.32	72.5%	70.4%	95,067.17
4	SCANIA	MIXTO 56	82.66	3540	414	57	72	49.17	6.54	89.5%	88.3%	34,222.28
5	SCANIA	MIXTO 56	256.48	1204	388	39	75	16.05	5.69	75.6%	73.8%	99,515.84
6	SCANIA	MIXTO 56	43.65	6615	475	43	88	75.17	5.89	93.3%	92.7%	20,734.25
7	SCANIA	MIXTO 56	122.44	2394	459	65	84	28.50	6.24	83.9%	82.0%	56,200.92
8	SCANIA	MIXTO 56	50.13	5790	396	48	89	65.06	4.99	93.6%	92.9%	19,852.14
9	SCANIA	SOFA 40	97.88	2948	471	68	71	41.52	7.59	86.2%	84.5%	46,100.86
10	SCANIA	SOFA 43	78.00	3588	230	57	63	56.95	4.56	94.0%	92.6%	17,941.02
11	SCANIA	MIXTO 56	138.98	2016	150	51	68	29.65	2.96	93.1%	90.9%	20,846.40
12	SCANIA	MIXTO 56	144.49	2324	195	64	76	30.58	3.41	92.3%	90.0%	28,176.05
29	SCANIA	MIXTO 56	220.79	1365	321	40	78	17.50	4.63	81.0%	79.1%	70,872.60
30	SCANIA	MIXTO 56	143.10	2106	301	79	82	25.68	4.63	87.5%	84.7%	43,073.89
31	SCANIA	MIXTO 56	39.10	7410	351	65	70	105.86	5.94	95.5%	94.7%	13,723.52
32	SCANIA	MIXTO 56	80.37	3608	285	71	63	57.27	5.65	92.7%	91.0%	22,905.39
33	SCANIA	MIXTO 56	58.63	6058	378	73	84	72.12	5.37	94.1%	93.1%	22,160.71
34	SCANIA	MIXTO 56	108.07	2760	353	54	78	35.38	5.22	88.7%	87.1%	38,150.05
35	VOLVO	MIXTO 56	58.12	4746	321	41	81	58.59	4.47	93.7%	92.9%	18,656.67
36	VOLVO	MIXTO 56	93.83	3776	331	70	76	49.68	5.28	91.9%	90.4%	31,056.55
37	VOLVO	SOFA 42	68.32	5137	312	78	80	64.21	4.88	94.3%	92.9%	21,317.29
38	VOLVO	SOFA 42	156.36	1750	322	58	85	20.59	4.47	84.5%	82.2%	50,348.70
39	VOLVO	CAMA 32	87.08	4158	291	54	67	62.06	5.15	93.5%	92.3%	25,340.90
40	VOLVO	CAMA 32	163.87	1850	369	54	92	20.11	4.60	83.4%	81.4%	60,468.00
41	SCANIA	CAMA 32	81.46	4532	346	48	89	50.92	4.43	92.9%	92.0%	28,186.19
42	SCANIA	CAMA 32	82.37	2799	374	74	76	36.83	5.89	88.2%	86.2%	30,807.12
43	SCANIA	MIXTO 56	82.06	2910	316	74	80	36.38	4.88	90.2%	88.2%	25,929.63
44	SCANIA	MIXTO 56	87.10	2958	337	77	93	31.81	4.45	89.8%	87.7%	29,352.01
45	SCANIA	MIXTO 56	104.94	3580	338	42	69	51.88	5.51	91.4%	90.4%	35,468.51
46	SCANIA	MIXTO 56	91.04	2808	352	58	90	31.20	4.56	88.9%	87.3%	32,046.48
47	SCANIA	MIXTO 56	96.52	2601	313	43	74	35.15	4.81	89.3%	88.0%	30,211.20
48	SCANIA	MIXTO 56	46.86	4815	323	61	84	57.32	4.57	93.7%	92.6%	15,137.19
49	SCANIA	CAMA 32	43.72	6146	373	79	67	91.73	6.75	94.3%	93.1%	16,307.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Indicadores de las unidades de transporte - 2

N°	MARCA	TIPO	COSTO HORA MAQUINA	TTF(h)	TTR(h)	DEMORA (H) ENTREGA DE REPUESTOS	N° FALLAS	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INHERENTE	Disponibilidad Operacional	CLC DEL MANTTO. CORRECTIVO
50	SCANIA	CAMA 32	39.24	5863	365	64	83	70.64	5.17	94.1%	93.2%	14,320.82
51	SCANIA	CAMA 32	67.97	3402	349	40	68	50.03	5.72	90.7%	89.7%	23,721.25
52	SCANIA	CAMA 32	220.22	1050	286	59	86	12.21	4.01	78.6%	75.3%	62,982.99
53	SCANIA	MIXTO 56	47.28	4797	290	45	85	56.44	3.94	94.3%	93.5%	13,711.25
54	SCANIA	MIXTO 56	183.82	1624	300	42	69	23.54	4.96	84.4%	82.6%	55,145.80
55	SCANIA	SOFA 42	129.19	2155	385	46	86	25.06	5.01	84.8%	83.3%	49,739.91
56	SCANIA	SOFA 42	101.03	2520	380	59	67	37.61	6.55	86.9%	85.2%	38,389.53
57	SCANIA	SOFA 42	110.62	2100	328	50	75	28.00	5.04	86.5%	84.7%	36,282.30
58	SCANIA	SOFA 42	129.92	2849	322	72	82	34.74	4.80	89.8%	87.9%	41,834.07
59	SCANIA	SOFA 42	252.62	1300	301	69	86	15.12	4.30	81.2%	77.8%	76,037.30
60	SCANIA	SOFA 42	77.08	3000	334	59	93	32.26	4.23	90.0%	88.4%	25,743.75
61	SCANIA	MIXTO 56	69.20	4630	360	52	86	53.84	4.79	92.8%	91.8%	24,911.92
62	SCANIA	MIXTO 56	80.34	3848	387	51	73	52.71	6.00	90.9%	89.8%	31,090.22
63	SCANIA	CAMA 32	73.06	4662	294	57	87	53.59	4.03	94.1%	93.0%	21,478.17
64	SCANIA	CAMA 32	72.27	2421	324	59	72	33.63	5.32	88.2%	86.3%	23,414.08
65	SCANIA	CAMA 32	43.07	3445	364	72	79	43.61	5.52	90.4%	88.8%	15,678.44
66	SCANIA	CAMA 32	51.16	3952	382	57	75	52.69	5.85	91.2%	90.0%	19,542.39
67	SCANIA	MIXTO 56	83.48	3536	361	67	86	41.12	4.98	90.7%	89.2%	30,135.24
68	SCANIA	MIXTO 56	64.97	3493	336	70	74	47.20	5.49	91.2%	89.6%	21,830.72
69	SCANIA	CAMA 32	85.70	3072	359	54	85	36.14	4.86	89.5%	88.1%	30,766.77
70	SCANIA	CAMA 32	77.99	3220	364	57	89	36.18	4.73	89.8%	88.4%	28,387.95
71	SCANIA	CAMA 32	75.77	3825	349	69	63	60.71	6.63	91.6%	90.1%	26,444.84
72	SCANIA	CAMA 32	73.87	3680	304	79	70	52.57	5.47	92.4%	90.6%	22,457.74
73	SCANIA	CAMA 32	71.29	3736	343	44	86	43.44	4.50	91.6%	90.6%	24,451.19
74	SCANIA	CAMA 32	66.05	4537	344	47	70	64.81	5.59	93.0%	92.1%	22,719.57
75	SCANIA	CAMA 32	59.50	5232	340	47	79	66.23	4.90	93.9%	93.1%	20,228.95
76	SCANIA	CAMA 32	63.52	4650	318	55	75	62.00	4.97	93.6%	92.6%	20,200.44
77	SCANIA	CAMA 32	55.85	5902	316	54	77	76.65	4.81	94.9%	94.1%	17,648.68
78	SCANIA	CAMA 32	286.14	1180	321	64	93	12.69	4.14	78.6%	75.4%	91,852.36
79	SCANIA	CAMA 32	50.22	6500	371	37	86	75.58	4.74	94.6%	94.1%	18,632.63
80	SCANIA	CAMA 32	111.86	3240	300	73	72	45.00	5.18	91.5%	89.7%	33,557.51
81	SCANIA	SOFA 42	56.57	5844	362	47	93	62.84	4.40	94.2%	93.5%	20,479.98
82	SCANIA	SOFA 42	102.54	3120	333	40	80	39.00	4.66	90.4%	89.3%	34,145.59
83	VOLVO	MIXTO 56	85.91	4290	369	79	82	52.32	5.46	92.1%	90.5%	31,701.60
84	VOLVO	MIXTO 56	82.43	4082	300	61	91	44.86	3.97	93.2%	91.9%	24,729.06
85	VOLVO	MIXTO 56	301.99	1108	363	61	77	14.39	5.51	75.3%	72.3%	109,622.69
86	VOLVO	MIXTO 56	42.18	3500	337	53	67	52.24	5.82	91.2%	90.0%	14,215.17
87	VOLVO	MIXTO 56	132.01	1580	199	76	78	20.26	3.53	88.8%	85.2%	26,270.29
88	VOLVO	MIXTO 56	53.61	4114	157	47	70	58.77	2.91	96.3%	95.3%	8,416.77
89	VOLVO	MIXTO 56	82.62	4125	156	79	67	61.57	3.51	96.4%	94.6%	12,889.28
90	VOLVO	MIXTO 56	147.76	1936	269	41	81	23.90	3.83	87.8%	86.2%	39,746.24
91	VOLVO	MIXTO 56	80.75	3060	165	52	86	35.58	2.52	94.9%	93.4%	13,323.18
92	VOLVO	MIXTO 56	64.79	3500	182	66	68	51.47	3.65	95.1%	93.4%	11,792.04
		TOTALES	97.58	331504	29941	5422	7160	47.02	4.99	90.2%	88.6%	S/. 2,920,906

Fuente: Elaboración propi

3. Análisis de las fallas

Para determinar cuáles deben ser las técnicas predictivas a emplear en los equipos críticos, se debe realizar primero un análisis de las fallas de las unidades de transporte

Es por ello que se identificó cuáles eran los sistemas que tenían las unidades de carga pesada, es así pues que se determinó que se tenían un total de 12 sistemas los cuales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25: Sistemas de las unidades

Nº	NOMBRE DEL SISTEMA	CODIFICACIÓN
1	Lubricación	Lub
2	Enfriamiento	Enf
3	Combustible	Com
4	Admisión de aire	Adm
5	Escape	Esc
6	Eléctrico	Elé
7	Aire	Air
8	Llantas	Lla
9	Chasis	Cha
10	Frenos	Fre
11	Motor	Mot
12	Dirección	Dir

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificado se procedió a determinar el número de fallas por sistemas para cada unidad (Volvo y Scania).

Tabla 26: Numero de fallas totales

UNIDAD	Nº UNIDADES	Nº FALLAS
VOLVO	16	1248
SCANIA	76	5912
TOTAL	92	7160

Fuente: Elaboración propia

Fallas por sistemas

A. **VOLVO:** Durante el año 2017 se obtuvo un total de 1248 paradas las cuales se distribuyeron por sistemas de la siguiente manera

Como se puede apreciar en los gráficos anteriores, las fallas que representan el 80% del tiempo total del tiempo de parada por fallas correctivas en las unidades Volvo, se dan en los sistemas de frenos, combustible, ignición, eléctrico, accesorios, caja, chasis.

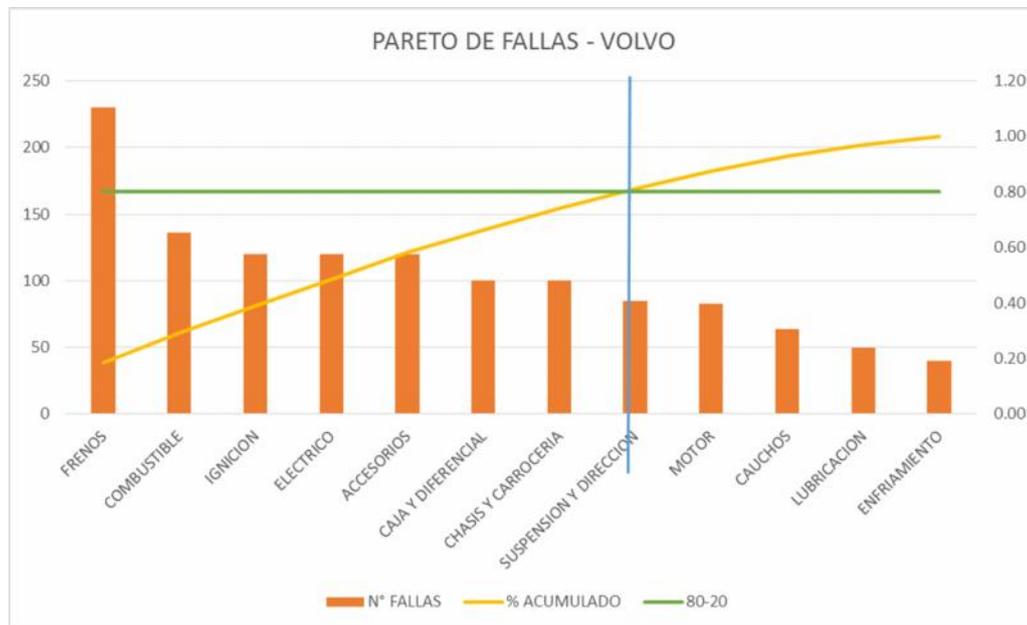
Tabla 27: Fallas de las unidades Volvo por sistemas

VOLVO	
NOMBRE DEL SISTEMA	N° FALLAS
FRENOS	230
COMBUSTIBLE	136
IGNICION	120
ELECTRICO	120
ACCESORIOS	120
CAJA Y DIFERENCIAL	100
CHASIS Y CARROCERIA	100
SUSPENSION Y DIRECCION	85
MOTOR	83
CAUCHOS	64
LUBRICACION	50
ENFRIAMIENTO	40
TOTAL	1248

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la siguiente figura, las fallas que representan el 80% del tiempo total del tiempo de parada por fallas correctivas en las unidades Volvo, se dan en los sistemas de frenos, combustible, ignición, eléctrico, accesorios, caja, chasis.

Figura 19: Diagrama de Pareto de las fallas de las unidades Volvo



Fuente: Elaboración propia

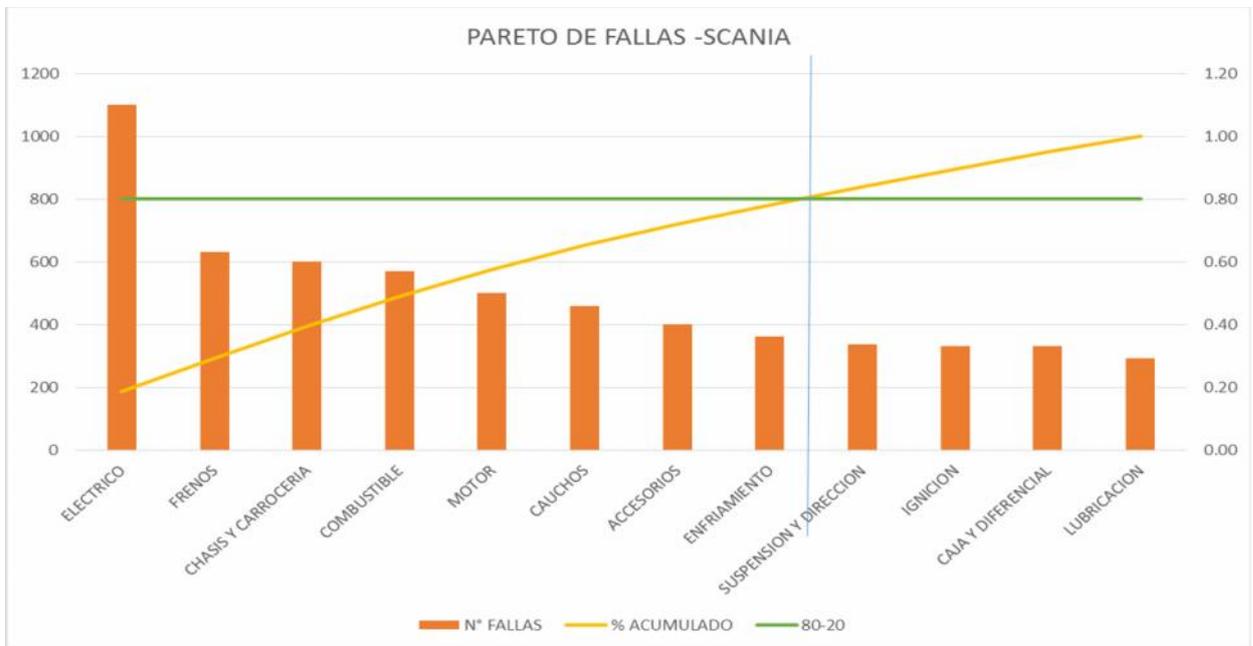
B. SCANIA: Durante el año 2017 se obtuvo un total de 5912 paradas las cuales se distribuyeron por sistemas de la siguiente manera

Tabla 28: Fallas de las unidades Scania por sistemas

SCANIA	
NOMBRE DEL SISTEMA	N° FALLAS
ELECTRICO	1100
FRENOS	630
CHASIS Y CARROCERIA	600
COMBUSTIBLE	570
MOTOR	500
CAUCHOS	460
ACCESORIOS	400
ENFRIAMIENTO	361
SUSPENSION Y DIRECCION	338
IGNICION	330
CAJA Y DIFERENCIAL	330
LUBRICACION	293
TOTAL	5912

Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Diagrama de Pareto de las fallas de las unidades Scania



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los gráficos anteriores, las fallas que representan el 80% del tiempo total del tiempo de parada por fallas correctivas en las unidades Scania se dan en los sistemas: eléctrico, frenos, chasis, combustible, motor, caucho, accesorios y enfriamiento.

4. Determinación de las técnicas y equipos predictivos

Para lograr determinar que técnica y equipo predictivo debo utilizar, esto se hará en función de los tipos de fallas. A continuación se muestran los equipos que serán necesarios para atender cada falla de cada tipo de unidad.

Tabla 29: Equipos predictivos en función de las fallas

N°	LISTA DE FALLAS	PARAMETRO	EQUIPO PREDICTIVO	UNIDAD SCANIA			UNIDAD VOLVO		
				SCANIA	REPUESTOS	CANTIDAD	VOLVO	REPUESTOS	CANTIDAD
1	El compresor de aire bombea aceite lubricante en exceso en el sistema de aire	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	100	compresor de aire	5	15	compresor de aire	8
2	El compresor de aire no mantiene la presión de aire adecuada	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	115	kit de Anillos	20	25	kit de Anillos	18
3	Temperatura del aire del múltiple de admisión arriba de especificación	Temperatura	Termógrafo	105	Termostato	12	43	múltiple de admisión	20
4	La presión de aire del compresor de aire se eleva lentamente	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	120	gobernador de aire	20	20	gobernador de aire	15
5	Ruido excesivo del compresor de aire	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	145	accesorios ,jebes	35	38	Juego de valvulas	25
6	Chasis torcido	Fisuras en soldadura	kit de Líquidos penetrantes	190	soldadura(kilos)	250	20	soldadura(kilos)	450
7	El camion anda desbalanceado	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	140	soldadura(kilos)	80	120	soldadura(kilos)	250
8	Detonaciones de combustión		Manual	105	Bomba de combustible	10	50	Bomba de combustible	35
9	Consumo de combustible excesivo		Manual	110	Injectores de la bomba	15	25	Injectores de la bomba	20
10	Combustible en el aceite lubricante	Viscosidad	Viscosímetro	95	aceite(ql)	25	90	aceite(ql)	450
11	Rueda recalentada	Verificador de balanceamiento	Balanceadora de llantas	155	kit muñon,retenes , jebes	65	9	kit muñon,retenes , jebes	40
12	Ruedas desalineadas	Verificador de balanceamiento	Balanceadora de llantas	145	grasa(kg)	435	5	grasa(kg)	15
13	El alternador no carga o carga insuficiente	Temperatura	Termógrafo	110	alternador nuevo	20	8	alternador nuevo	65
14	El control de cruceo no funciona correctamente	Temperatura	Termógrafo	125	valvula pulpo	20	8	valvula de admisión	45
15	Falla de encendido	Tensión en líneas	Multímetro	135	relay, sensores	40	5	relays, transformadores	55
16	El motor se apaga inesperadamente	Tensión en líneas	Multímetro	130	baterias	260	5	baterias	40
17	Baja presión de amplificación del turbocargador	Tensión en líneas	Multímetro	150	cañeria (fierro)	45	8	cañeria (fierro)	40
18	Fugas del turbocargador	Tensión en líneas	Multímetro	140	turbocargador	25	5	turbocargador	35
19	Pérdida de refrigerante	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	170	refrigerante(ql)	340	5	refrigerante(ql)	10
20	Temperatura de refrigerante arriba de lo normal	Temperatura	Termógrafo	115	termostato	20	8	termostato	20
21	Temperatura de refrigerante debajo de lo normal	Temperatura	Termógrafo	135	termostato	25	12	termostato	25
22	Humo negro excesivo	Viscosidad	Viscosímetro	160	aceite(ql)	120	12	aceite(ql)	45
23	Humo blanco excesivo	Viscosidad	Viscosímetro	120	aceite(ql)	120	12	aceite(ql)	40
24	El freno de motor no funciona	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	110	liquido de freno (450 ml)	35	12	liquido de freno (450 ml)	150
25	Rueda frenada	Temperatura	Termógrafo	115	grasa liquida (lt)	345	12	grasa liquida (lt)	36
26	Falta de freno	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	110	juego de zapatas	40	12	juego de zapatas	24
27	Fuga de aire	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	108	cañerías de jebe (mt)	120	12	cañerías de jebe (mt)	96
28	Picadura de llantas	Desgaste de caucho	Profundímetro	190	parches	89	12	parches	234
29	Voladura de Llantas	Desgaste de caucho	Profundímetro	490	llanta nueva	400	110	llanta nueva	450
30	Llantas bajas(falta de aire)	Medidor del aire	Medidor digital de presión de llantas	150	parches	20	75	parches	150
31	Aceite lubricante contaminado (alta)	Viscosidad	Viscosímetro	190	aceite(ql)	950	50	aceite(ql)	250
32	Temperatura de aceite lubricante arriba de especificación	Viscosidad	Viscosímetro	110	aceite(ql)	550	75	aceite(ql)	375
33	Aceite lubricante en el refrigerante	Viscosidad	Viscosímetro	125	aceite(ql)	625	95	aceite(ql)	475
34	Cañerías oxidadas	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	110	cañerías nuevas	18	80	cañerías nuevas	65
35	Oxido en el aceite	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	115	aceite(ql)	575	80	aceite(ql)	400
36	Deficiente aceleración y respuesta del motor		Manual	80	resorte de acelerador	5	5	resorte de acelerador	13
37	El motor gira pero no arranca (Sin humo del escape)	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	80	kit de motor	5	5	kit de motor	13
38	El motor desacelera lentamente	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	80	resorte de acelerador	5	5	resorte de acelerador	10
39	Ruido excesivo del motor	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	80	soportes de motor	1	5	soportes de motor	15
40	Baja salida de potencia del motor		Manual	80	turbo	6	5	turbo	25
41	El motor funciona con velocidad irregular en marcha en vacío baja	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	94	faja de distribución	3	2	faja de distribución	10
42	El motor funciona con velocidad irregular no en vacío baja	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	92	faja de distribución	2	2	faja de distribución	8
43	El motor arranca pero no se mantiene funcionando	Tensión en líneas	Multímetro	97	faja de distribución	6	15	faja de distribución	8
44	Vibración del motor	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	102	soportes de motor	10	2	soportes de motor	15
45	El motor no gira o gira lentamente		Manual	96	ventilador	4	14	faja de alternador	12
46	Rotura de piezas por desgaste	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	93	piezas nuevas	14	15	piezas nuevas	25
TOTAL				5912			1248		

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificados los parámetros a medir para cada falla, se determinó que los equipos necesarios para medir dichos parámetros son:

Tabla 30: Equipos predictivos a adquirir para las inspecciones

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO(soles)	CANTIDAD	TOTAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Fisurómetro	S/. 2,193.00	2	S/. 4,386.00	S/. 73.10
Vibrómetro	S/. 6,557.50	2	S/. 13,115.00	S/. 218.58
Viscosímetro	S/. 3,846.75	2	S/. 7,693.50	S/. 128.23
Balanceadora de llantas	S/. 7,510.00	2	S/. 15,020.00	S/. 250.33
Profundímetro	S/. 2,989.00	2	S/. 5,978.00	S/. 249.08
Medidor digital de presión de llantas	S/. 300.00	2	S/. 600.00	S/. 25.00
kit de Líquidos penetrantes	S/. 700.00	2	S/. 1,400.00	S/. 58.33
Multímetro	S/. 700.00	2	S/. 1,400.00	S/. 23.33
Termógrafo	S/. 12,880.50	1	S/. 12,880.50	S/. 214.68
Total			S/. 62,473.00	S/. 1,240.67

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver la inversión necesaria para la compra de los equipos predictivos es de S/. 62,473.00.

5. Determinación de la frecuencia de inspección.

Para determinar la frecuencia de inspección se usó la siguiente fórmula:

$$I = C \times F \times A$$

Se mostrará cómo se calculó el octavo valor de la tabla 31, el cual es de 1 vez por año para la falla de combustible en el aceite.

$$\text{Factor de costo}(C) = C_i / C_f = S/. 1,500 / S/38,903. = 0.038$$

$$\text{Tasa de fallas } (\lambda) = 1/\text{número de fallas} = 1/95 = 0.01$$

$$\text{Factor de falla } (F) = F_i / \lambda = 8 \text{ fallas por inspección} / 0.01 \text{ fallas por año} = 760 \text{ Años/ inspección.}$$

$$A = -\ln [1 - \text{EXP}(-\lambda)] = A = -\ln [1 - \text{EXP}(-0.01)] = 4.56$$

$$I = C \times F \times A = 0.038 \times 760 \text{ años / inspección} \times 4.56 = 133.60 \text{ años /inspección.}$$

Si se desea calcular la frecuencia de inspección (f), se calcula el inverso del intervalo de inspección: $f = 1 / 133.60 = 0.007$ veces/año, lo que se aproxima a 1 inspección por año. A continuación se muestra los cálculos para hallar la frecuencia de inspección de las unidades Scania y Volvo.

Tabla 31: Frecuencia de inspección predictiva- Scania

FALLA	Analisis	EQUIPO	Costo de Lucro Cesante	Costo de Mtto. Predictivo	Factor de Costo	Totalidad de Fallas que se puede detectar con la técnica predictiva	Tasa de Fallas	Factor de Falla	Factor de Ajuste	Intervalo de inspección predictiva	Frecuencia de Mtto. Predictivo(N° veces/año)
El compresor de aire bombea aceite lubricante en exceso en el sistema de aire	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 40,950.81	S/. 1,500.00	0.037	8	0.01	800.00	4.61	135.09	1
El compresor de aire no mantiene la presión de aire adecuada	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 47,093.43	S/. 1,500.00	0.032	8	0.01	920.00	4.75	139.17	1
Temperatura del aire del múltiple de admisión arriba de especificación	Temperatura	Termógrafo	S/. 42,998.35	S/. 1,500.00	0.035	8	0.01	840.00	4.66	136.52	1
La presión de aire del compresor de aire se eleva lentamente	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 49,140.97	S/. 1,500.00	0.031	8	0.01	960.00	4.79	140.41	1
Ruido excesivo del compresor de aire	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 59,378.67	S/. 1,500.00	0.025	8	0.01	1160.00	4.98	145.94	1
Chasis torcido	Fisuras en soldadura	kit de Líquidos penetrantes	S/. 77,806.53	S/. 1,500.00	0.019	8	0.01	1520.00	5.25	153.83	1
El camión anda desbalanceado	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 57,331.13	S/. 1,500.00	0.026	8	0.01	1120.00	4.95	144.91	1
Combustible en el aceite lubricante	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 38,903.27	S/. 1,500.00	0.039	8	0.01	760.00	4.56	133.60	1
Rueda recalentada	Verificador de balanceamiento	Balanceadora de llantas	S/. 63,473.75	S/. 1,500.00	0.024	8	0.01	1240.00	5.05	147.88	1
Ruedas desalineadas	Verificador de balanceamiento	Balanceadora de llantas	S/. 59,378.67	S/. 1,500.00	0.025	8	0.01	1160.00	4.98	145.94	1
El alternador no carga o carga insuficiente	Temperatura	Termógrafo	S/. 45,045.89	S/. 1,500.00	0.033	8	0.01	880.00	4.71	137.87	1
El control de cruceo no funciona correctamente	Temperatura	Termógrafo	S/. 51,188.51	S/. 1,500.00	0.029	8	0.01	1000.00	4.83	141.60	1
Falla de encendido	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 55,283.59	S/. 1,500.00	0.027	8	0.01	1080.00	4.91	143.85	1
El motor se apaga inesperadamente	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 53,236.05	S/. 1,500.00	0.028	8	0.01	1040.00	4.87	142.75	1
Baja presión de amplificación del turbocargador	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 61,426.21	S/. 1,500.00	0.024	8	0.01	1200.00	5.01	146.93	1
Fugas del turbocargador	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 57,331.13	S/. 1,500.00	0.026	8	0.01	1120.00	4.95	144.91	1
Perdida de refrigerante	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 69,616.37	S/. 1,500.00	0.022	8	0.01	1360.00	5.14	150.58	1
Temperatura de refrigerante arriba de lo normal	Temperatura	Termógrafo	S/. 47,093.43	S/. 1,500.00	0.032	8	0.01	920.00	4.75	139.17	2
Temperatura de refrigerante debajo de lo normal	Temperatura	Termógrafo	S/. 55,283.59	S/. 1,500.00	0.027	8	0.01	1080.00	4.91	143.85	3
Humo negro excesivo	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 65,521.29	S/. 1,500.00	0.023	8	0.01	1280.00	5.08	148.81	3
Humo blanco excesivo	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 49,140.97	S/. 1,500.00	0.031	8	0.01	960.00	4.79	140.41	2
El freno de motor no funciona	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 45,045.89	S/. 1,500.00	0.033	8	0.01	880.00	4.71	137.87	2
Rueda frenada	Temperatura	Termógrafo	S/. 47,093.43	S/. 1,500.00	0.032	8	0.01	920.00	4.75	139.17	1
Falta de freno	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 45,045.89	S/. 1,500.00	0.033	8	0.01	880.00	4.71	137.87	1
Picadura de llantas	Desgaste de caucho	Profundímetro	S/. 77,806.53	S/. 1,500.00	0.019	8	0.01	1520.00	5.25	153.83	3
Voladura de llantas	Desgaste de caucho	Profundímetro	S/. 200,658.95	S/. 1,500.00	0.007	8	0.00	3920.00	6.20	181.55	3
Llantas bajas(falta de aire)	Medidor del aire	Medidor digital de presión de llantas	S/. 61,426.21	S/. 1,500.00	0.024	8	0.01	1200.00	5.01	146.93	1
Aceite lubricante contaminado (alta)	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 77,806.53	S/. 1,500.00	0.019	8	0.01	1520.00	5.25	153.83	1
Temperatura de aceite lubricante arriba de especificación	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 45,045.89	S/. 1,500.00	0.033	8	0.01	880.00	4.71	137.87	1
Aceite lubricante en el refrigerante	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 51,188.51	S/. 1,500.00	0.029	8	0.01	1000.00	4.83	141.60	1
Cañerías oxidadas	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 45,045.89	S/. 1,500.00	0.033	8	0.01	880.00	4.71	137.87	1
Oxido en el aceite	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 47,093.43	S/. 1,500.00	0.032	8	0.01	920.00	4.75	139.17	1
El motor gira pero no arranca (Sin humo del escape)	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 32,760.65	S/. 1,500.00	0.046	8	0.01	640.00	4.39	128.59	2
El motor desacelera lentamente	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 32,760.65	S/. 1,500.00	0.046	8	0.01	640.00	4.39	128.59	2
Ruido excesivo del motor	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 32,760.65	S/. 1,500.00	0.046	8	0.01	640.00	4.39	128.59	2
El motor funciona con velocidad irregular en marcha en vacío baja	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 38,493.76	S/. 1,500.00	0.039	8	0.01	752.00	4.55	133.29	1
El motor funciona con velocidad irregular no en vacío baja	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 37,674.74	S/. 1,500.00	0.040	8	0.01	736.00	4.53	132.66	1
El motor arranca pero no se mantiene funcionando	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 39,722.28	S/. 1,500.00	0.038	8	0.01	776.00	4.58	134.21	3
Vibración del motor	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 41,769.82	S/. 1,500.00	0.036	8	0.01	816.00	4.63	135.67	3
Rotura de piezas por desgaste	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 38,084.25	S/. 1,500.00	0.039	8	0.01	744.00	4.54	132.98	1

Número de OT 59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Frecuencia de inspección predictiva – Volvo

FALLA	Análisis	EQUIPO	Costo de Lucro Cesante	Costo de Mtto. Predictivo	Factor de Costo	Totalidad de Fallas que se puede detectar con la técnica predictiva	Tasa de Fallas	Factor de Falla	Factor de Ajuste	Intervalo de inspección predictiva	Frecuencia de Mtto. Predictivo(N° veces/año)
El compresor de aire bombea aceite lubricante en exceso en el sistema de aire	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 6,008.35	S/. 1,500.00	0.250	8	0.07	120.00	2.74	82.12	1
El compresor de aire no mantiene la presión de aire adecuada	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 10,013.91	S/. 1,500.00	0.150	8	0.04	200.00	3.24	97.03	1
Temperatura del aire del múltiple de admisión arriba de especificación	Temperatura	Termógrafo	S/. 17,223.93	S/. 1,500.00	0.087	8	0.02	344.00	3.77	113.03	1
La presión de aire del compresor de aire se eleva lentamente	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 8,011.13	S/. 1,500.00	0.187	8	0.05	160.00	3.02	90.49	1
Ruido excesivo del compresor de aire	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 15,221.14	S/. 1,500.00	0.099	8	0.03	304.00	3.65	109.37	1
Chasis torcido	Fisuras en soldadura	kit de Líquidos penetrantes	S/. 8,011.13	S/. 1,500.00	0.187	8	0.05	160.00	3.02	90.49	1
El camion anda desbalanceado	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 48,066.77	S/. 1,500.00	0.031	8	0.01	960.00	4.79	143.55	1
Combustible en el aceite lubricante	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 36,050.08	S/. 1,500.00	0.042	8	0.01	720.00	4.51	134.97	1
Rueda recalentada	Verificador de balanceamiento	Balanceadora de llantas	S/. 3,605.01	S/. 1,500.00	0.416	8	0.11	72.00	2.25	67.47	1
Ruedas desalineadas	Verificador de balanceamiento	Balanceadora de llantas	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	1
El alternador no carga o carga insuficiente	Temperatura	Termógrafo	S/. 3,204.45	S/. 1,500.00	0.468	8	0.13	64.00	2.14	64.15	1
El control de cruceo no funciona correctamente	Temperatura	Termógrafo	S/. 3,204.45	S/. 1,500.00	0.468	8	0.13	64.00	2.14	64.15	1
Falla de encendido	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	1
El motor se apaga inesperadamente	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	1
Baja presión de amplificación del turbocargador	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 3,204.45	S/. 1,500.00	0.468	8	0.13	64.00	2.14	64.15	1
Fugas del turbocargador	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	2
Pérdida de refrigerante	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	3
Temperatura de refrigerante arriba de lo normal	Temperatura	Termógrafo	S/. 3,204.45	S/. 1,500.00	0.468	8	0.13	64.00	2.14	64.15	3
Temperatura de refrigerante debajo de lo normal	Temperatura	Termógrafo	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	2
Humo negro excesivo	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	2
Humo blanco excesivo	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	1
El freno de motor no funciona	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	1
Falta de freno	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	3
Fuga de aire	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	3
Picadura de llantas	Desgaste de caucho	Profundímetro	S/. 4,806.68	S/. 1,500.00	0.312	8	0.08	96.00	2.53	75.68	1
Voladura de llantas	Desgaste de caucho	Profundímetro	S/. 44,061.21	S/. 1,500.00	0.034	8	0.01	880.00	4.71	140.95	1
Llantas bajas(falta de aire)	Medidor del aire	Medidor digital de presión de llantas	S/. 30,041.73	S/. 1,500.00	0.050	8	0.01	600.00	4.32	129.54	1
Aceite lubricante contaminado (alta)	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 20,027.82	S/. 1,500.00	0.075	8	0.02	400.00	3.92	117.50	1
Temperatura de aceite lubricante arriba de especificación	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 30,041.73	S/. 1,500.00	0.050	8	0.01	600.00	4.32	129.54	1
Aceite lubricante en el refrigerante	Viscosidad	Viscosímetro	S/. 38,052.86	S/. 1,500.00	0.039	8	0.01	760.00	4.56	136.58	1
Cañerías oxidadas	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 32,044.51	S/. 1,500.00	0.047	8	0.01	640.00	4.39	131.47	2
Oxido en el aceite	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 32,044.51	S/. 1,500.00	0.047	8	0.01	640.00	4.39	131.47	2
El motor gira pero no arranca (Sin humo del escape)	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	1
El motor desacelera lentamente	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	1
Ruido excesivo del motor	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 2,002.78	S/. 1,500.00	0.749	8	0.20	40.00	1.71	51.16	3
El motor funciona con velocidad irregular en marcha en vacío baja	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 801.11	S/. 1,500.00	1.872	8	0.50	16.00	0.93	27.94	1
El motor funciona con velocidad irregular no en vacío baja	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 801.11	S/. 1,500.00	1.872	8	0.50	16.00	0.93	27.94	1
El motor arranca pero no se mantiene funcionando	Tensión en líneas	Multímetro	S/. 6,008.35	S/. 1,500.00	0.250	8	0.07	120.00	2.74	82.12	1
Vibración del motor	Análisis de vibraciones	Vibrómetro	S/. 801.11	S/. 1,500.00	1.872	8	0.50	16.00	0.93	27.94	1
Rotura de piezas por desgaste	Fisuras, roturas, fugas	Fisurómetro	S/. 6,008.35	S/. 1,500.00	0.250	8	0.07	120.00	2.74	82.12	1
Número de OT											56

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior, quedó estipulado la cantidad de veces que se debe realizar las inspecciones en las unidades de transporte para poder crear un historial para cada falla, y de esta forma lograr detectar el tiempo exacto cuando estas piezas deben ser revisadas o cambiadas y de esta manera aumentar la disponibilidad de los equipos

b) Proceso de selección y evaluación de proveedores

Para mejorar la actual relación con los proveedores se propone desarrollar un proceso para la selección y evaluación de los proveedores.

1. OBJETIVO

Describir el proceso de selección y evaluación de proveedores que se lleva a cabo en la Empresa Ittisa Bus para la adquisición de servicios o productos (repuestos, accesorios, mantenimiento de terceros, etc.).

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para todos los proveedores actuales y nuevos. El proceso de selección y evaluación de proveedores busca que los servicios o productos que se van a contratar estén dentro de los requisitos exigidos por la empresa.

3. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

- La coordinación de compras es responsabilidad del área logística.
- El dueño de cada proceso es quien establece los requisitos y necesidades de compra y solicita a la coordinación de compras y logística tramitar la cotización de un servicio o producto. En caso de ser una referencia nueva, el dueño de proceso puede solicitar cotización a proveedores sin intención de compra.

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Proveedor:** Persona o empresa que abastece servicios y/o productos.
- **Cliente:** El receptor de un servicio suministrado por el proveedor.
- **Selección de proveedor:** Proceso mediante el cual se escogen los proveedores de bienes y/o servicios para la empresa.
- **Evaluación de proveedores:** Proceso de verificación y valoración de la información inicial suministrada por los aspirantes a proveedores de la empresa.

5. METODOLOGÍA

5.1 SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y RE-EVALUACIÓN DEL PROVEEDOR

Para la selección y evaluación de proveedores se tendrán en cuenta los criterios que se presenten a continuación:

- El Coordinador de Compras realiza la solicitud de la información al proveedor. Posterior a esta verificación de información, el coordinador de compras y logística, valida la documentación y criterios definidos en el formato de selección y evaluación de proveedores, con base en los históricos de compras de la compañía del último año.
- La coordinación de compras y logística es quien define la aceptación del proveedor.
- La evaluación será desarrollada por la Coordinación de compras y logística quien solicitará planes de acción al proveedor cuando su calificación este por debajo de 310 puntos o cuando así sea superior a este puntaje considere necesario la mejora en algún aspecto por parte del proveedor. Esta evaluación se repite (re-evaluación) semestralmente.

En el formato de evaluación de proveedores, se encuentran 9 criterios, cada uno con una valoración diferente y un peso porcentual en la evaluación total del proveedor. En la Tabla 33 se describe el peso porcentual de cada uno de los factores y con los puntos asignados a cada uno

Tabla 33: Distribución porcentual

Factor	Puntos	%
Precio	100	24%
Tiempo de respuesta a la cotización	25	6%
Tiempo de retraso en la entrega	125	29%
Entrega	50	12%
Forma de pago	15	4%
Trayectoria	10	2%
Garantía	50	12%
Atención del proveedor	50	12%
Total	425	100%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 34 se describen cada uno de los factores y los posibles puntos a asignar durante la evaluación a proveedores

Tabla 34: Factores y puntos

Precio	
Igual al promedio del mercado	60
Mayor que el promedio del mercado	30
Menor que el promedio del mercado	100
Tiempo de respuesta de cotización	
De 4 horas a 1 día	18
Entre 0 y 4 horas	25
Más de un día	10
Tiempo de retraso en la entrega	
0 días	125
1 - 2 días	100
3 - 10 días	75
Mayor a 10 días	50
Entrega	
Entrega en nuestras instalaciones (Con recargo)	50
Entrega en nuestras instalaciones (Sin recargo)	30
Se debe recoger el producto	15
Forma de pago	
Crédito 30 días	6
Crédito 45 días	9
Crédito 60 días	12
Crédito 90 días	15
Pago de contado	3
Trayectoria	
De 2 a 5 años	5
De 6 a 8 años	8
Más de 8 años	10
Menos de 2 años	3
Garantía	
No otorga garantía	0
Otorga garantía parcial	20
Otorga garantía total	50
Atención del proveedor	
Excelente	50
Mala	0
Regular	25

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos se obtiene un rango o promedio de calificación del contratista como se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35: Clasificación de evaluación

CALIFICACIÓN OBTENIDA	
CLASIFICACIÓN	Rango
Empresas idóneas	>376
Empresa aceptable	Entre 310 y 375
Empresa para trabajar con supervisión continua	Entre 250 y 309
Empresas no aptas	<150

Fuente: Elaboración propia

Para mantener al proveedor dentro de la base de datos de la empresa, es necesario que el resultado de la evaluación anterior sea igual o superior a 310 puntos de 376 posibles, en caso de que la calificación del proveedor sea inferior a 150 puntos saldrá del listado de proveedores. A los proveedores que obtengan calificación aceptable se les debe solicitar trabajen en el fortalecimiento de los ítems en los cuales su calificación no fue la mejor. El seguimiento a estas mejoras se realizara trimestralmente.

5.1.1 Casos especiales de selección y evaluación

Se acepta la selección de un solo proveedor, en los siguientes casos:

- Que sea un requisito del cliente trabajar con alguien en particular (persona o empresa).
- El único en el mercado
- Definido por alianza estratégica

En todo caso, si para la selección se cuenta solo con un candidato, debe realizarse la evaluación de los aspectos estratégicos y comerciales.

Luego de desarrollado el proceso de selección y evaluación de proveedores, se procedió a realizar la evaluación de los proveedores actuales que tiene la empresa IttSa Bus. Cabe mencionar que esto fue posible a la ayuda del área logística. A continuación se muestra la lista de proveedores con los que cuenta la empresa actualmente.

Tabla 36: Lista de proveedores de IttSa Bus

PROVEEDORES DE ITTSA BUS	
LA CASA DEL PERNO SRL	GRIFO ESTRELLA DE DAVID E.I.R.L
LIGURIA I.S.R.L.	GRIFO F.J. SERVICE S.R.L
LLAMA GAS S.A.	GRIFO SUBTANJALLA SRL
LOPEZ BARRETO CESAR	GRIFOS ELEUTERIO MEZA G SA
LUBCOM SAC	SANTO TOMAS S.A.C.
AUTOPARTES FERROSOS S.R.L	SEGURINDUSTRIA S.A.C
AUTOREX PERUANA S A	SEKUR PERU S.A.
B.A COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES S.A.C	SERRADERO EL TIGRILLO SAC
CARPINTERIA METALICA PISFIL SRL	LUBRICANTES Y SERVICIOS JUNIOR S.A.C
CHOY CHUY IMPORT EXPORT S.R.L.	LUBRICENTRO EL PELAO S.R.L
CIPSUR E.I.R.L	M&M REPUESTOS Y SERVICIOS S.A.
CONFECCIONES WALT & TEX S.R.L	MANNUCCI DIESEL SAC
CONSORCIO J & M S.R.L.	MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.
CONTRATISTAS GENERALES CACERES SRL	MULTIGASESSILVA E.I.R.L
COORPORACION VIENTO LIBRE S.R.L	NEGOCIACIONES CAVASUR SAC
COPY VENTAS S.R.L	NEPESA S.A.C.
CORPORACION DISTRIBUIDORA ATLANTICA SAC	NEUMA PERU CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
CORPORACION SEALER'S S.A.	NEUMATICOS CHICLAYO EIRL
DISVAR LUBRICANTES SAC	OFICENTRO SAC
DIVECENTER S.A.C	OXIMER EIRL
ECKERD PERU S.A.	PERNOS REPUESTOS Y ACESORIOS INDUSTRIALES SAC
EDITORA EL OVALO S.A.	PLASTIMAR EIRL
EL GRINGO SERVICE AUTOBOUTIQUE E.I.R.L	PLAZA VEA SUPERMERCADOS PERUANOS S.A.
ELECTRONICA UNIVERSAL EIRL	PROBINSE INDUSTRIAL S.A.C.
EMBRAGUES POCHO S.A.C.	PROCESOS INDUSTRIALES SACORT SAC
EMPRESA COMERCIAL G&R SAC	PRODTAPIZ S.R.LTDA.
EMPRESA DE TRANSPORTE HUANCHACO SAC	PROMAS INVERSIONES S.A.C.
FEPAUBRA SRL	REPRESENTACIONES Y SERVICIOS SAN JORGE S.R.L
FERRETERIA JUPESCO HERMANOS SAC	REPRESENTACIONES GENERALES PERU S.A.
FERRETERIA - MATIZADOS PINTAKI	REPSOL YPF COMERCIAL DEL PERU S.A.
FERRETERIA E INVERSIONES NACARINO S.A.C	REPUESTOS PARA UNIDADES DIESEL IMPORTACIONES S.A.C.
FERRETERIA GARCIA SAC	REPUESTOS SANTA ANA SRL
FERRETERIA INDUSTRIAL KOU S.A.C	REPUESTOS SANTA MONICA S.A.C.
FERRETERIA INDUSTRIAL SAC	REPUESTOS Y ACCESORIOS R & R S.A.C
FERRETERIA LORITO SA	REPUESTOS Y SERVICIOS ELECTRICOS ANGULO
FERRETERIA Y MATIZADOS A TODO COLOR E.I.R.L	REPUESTOS Y SERVICIOS ELECTRICOS DIESEL AUTOMOTRIZ EIRL
FERRETEROS DEL NORTE S.A.C.	RI-CAR AUTOBOUTIQUE SAC
FRENO S.A.	ROCA PE SERVICIOS E.I.R.L
FULL TRADING SRL	SAGA FALABELLA S.A

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la tabla 37, se podrá visualizar la evaluación realizada.

Tabla 37: Evaluación de proveedores de la empresa Itssa Bus

NOMBRE DEL PROVEEDOR	CRITERIOS DE EVALUACION								PUNTAJE	CLASIFICACIÓN
	Precio	Tiempo de respuesta a la cotización	Tiempo de retraso en la entrega	Entrega	Forma de pago	Trayectoria	Garantía	Atención del proveedor		
AUTOPARTES FERROSOS S.R.L	100	25	125	50	15	10	50	50	425	EMPRESA IDONEA
AUTOREX PERUANA S A	30	25	75	15	12	10	0	50	217	NO APTA
B.A COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES S.A.C	60	18	75	15	12	5	0	25	210	NO APTA
CARPINTERIA METALICA PISFIL SRL	30	18	100	30	12	5	0	25	220	NO APTA
CHOY CHUY IMPORT EXPORT S.R.L.	100	25	125	50	12	10	20	50	392	EMPRESA IDONEA
CIPSUR E.I.R.L	100	10	125	50	12	10	50	25	382	EMPRESA IDONEA
CONFECCIONES WALT & TEX S.R.L	30	25	100	30	12	8	0	50	255	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
CONSORCIO J & M S.R.L.	60	10	75	15	12	8	0	50	230	NO APTA
CONTRATISTAS GENERALES CACERES SRL	60	18	100	15	6	8	20	25	252	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
COORPORACION VIENTO LIBRE S.R.L	100	18	100	15	9	8	20	25	295	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
COPY VENTAS S.R.L	100	25	125	50	12	10	50	25	397	EMPRESA IDONEA
CORPORACION DISTRIBUIDORA ATLANTICA SAC	60	18	100	30	15	8	0	25	256	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
CORPORACION SEALER'S S.A.	30	25	100	15	12	10	0	50	242	NO APTA
DISVAR LUBRICANTES SAC	30	25	125	15	12	3	0	50	260	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
DIVECENTER S.A.C	60	18	100	30	6	5	0	50	269	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
ECKERD PERU S.A.	100	10	125	50	12	8	50	50	405	EMPRESA IDONEA
EDITORA EL OVALO S.A.	60	25	125	15	6	10	20	25	286	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
EL GRINGO SERVICE AUTOBOUTIQUE E.I.R.L	30	18	100	15	3	10	0	50	226	NO APTA
ELECTRONICA UNIVERSAL EIRL	60	25	125	50	6	10	0	50	326	EMPRESA ACEPTABLE
EMBRAGUES POCHO S.A.C.	100	25	125	50	3	5	50	50	408	EMPRESA IDONEA
EMPRESA COMERCIAL G&R SAC	100	18	125	50	6	10	20	50	379	EMPRESA IDONEA
EMPRESA DE TRANSPORTE HUANCHACO SAC	30	18	100	15	5	5	0	25	198	NO APTA
FEPABRA SRL	100	18	125	30	12	10	50	50	395	EMPRESA IDONEA
FERRETERIA JUPESCO HERMANOS SAC	30	18	100	30	15	8	0	25	226	NO APTA
FERRETERIA - MATIZADOS PINTAKI	60	10	100	15	12	8	0	25	230	NO APTA
FERRETERIA E INVERSIONES NACARINO S.A.C	100	25	125	50	15	10	50	50	425	EMPRESA IDONEA
FERRETERIA GARCIA SAC	30	18	125	30	9	5	20	25	262	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
FERRETERIA INDUSTRIAL KOU S.A.C	100	25	125	50	9	10	50	50	419	EMPRESA IDONEA
FERRETERIA INDUSTRIAL SAC	60	18	125	30	9	8	20	25	295	EMPRESA CON SUPERVISIÓN
FERRETERIA LORITO SA	30	18	100	15	9	5	20	25	222	NO APTA
LUBCOM SAC	60	18	75	15	3	8	20	25	224	NO APTA
LUBRICANTES Y SERVICIOS JUNIOR S.A.C	100	18	75	15	3	8	20	25	264	EMPRESA CON SUPERVISIÓN

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar la tabla anterior, luego de la evaluación de todos los proveedores con el proceso propuesto se llegó a determinar que de los 78 proveedores actuales, el 29% se clasifican como empresas idóneas y 6% son empresas aceptables. El otro 64% restante están entre empresas que se tiene que trabajar con supervisión y no aptas.

Tabla 38: Resultados de la clasificación de proveedores

CLASIFICACIÓN	N°	%
EMPRESA IDONEA	23	29%
EMPRESA ACEPTABLE	5	6%
EMPRESA CON SUPERVISIÓN	26	33%
NO APTA	24	31%
TOTAL	78	100%

Fuente: Elaboración Propia

A los proveedores que obtuvieron una calificación aceptable se les debe solicitar que sigan trabajando de la misma manera. Con los proveedores que obtuvieron una calificación de empresa no aptas se debe buscar más proveedores para reemplazarlos.

c) Modelo lote económico de pedido

Para mejorar la gestión del almacén y mejorar la causa de la alta de materiales cuando se necesitan se aplicara el método de Determinación del lote económico.

Utilizamos este método determinístico, debido a que la demanda anual es conocida, por lo cual solamente tendremos que remplazar los datos en formulas sencillas que nos darán una información vital para determinar una correcta gestión de inventarios.

Debido a que tenemos muchos productos dentro del almacén solo aplicaremos etas formulas a un producto de cada clasificación que hicimos anteriormente:

Determinando la cantidad óptima: Para ello usaremos la siguiente formula

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$

Donde:

D=Demanda anual

S= Costo de preparación por pedido

H= Costo unitario de almacenamiento

Para ello necesitamos primero determinar el costo unitario de almacenamiento el cual nos dio 205.00 soles por metro cubico. Así como se muestra la siguiente tabla:

Tabla 39: Costo unitario de almacenamiento

COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO	
ITEM	S/
MANO DE OBRA	50400
LUZ	240
ALQUILER	2400
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA	6000
TOTAL	59040
ÁREA DE ALMACÉN (M³)	288
COSTO POR M³	205.00

Fuente: Elaboración propia

Ahora para poder remplazar en la formula el costo unitario de almacenamiento solo tenemos que multiplicar el espacio que ocupa un determinado producto por el valor del metro cuadrado hallado anteriormente.

El dato faltante seria el costo por pedido, para nuestro análisis aproximamos este valor a 20 soles por pedido debido a que se incurre en llamadas telefónicas para contactar al proveedor más indicado, se consume luz, se imprime órdenes de compra, se paga gastos de envío del producto, etc. Cabe mencionar que solo se aplicó este método para los productos que obtuvieron la clasificación A los cuales son los de mayor rotación.

Tabla 40: Cantidad óptima de pedido

DESCRIPCIÓN	GRUPO	CLASIFICACIÓN	UND	D (CATIDAD ANUAL)	CANTIDAD ÓPTIMA (UNIDADES)			
					AREA X UNIDAD (M²)	GOSTO UNITARIO DE ALMACEN.	COSTO X PEDIDO	Q (CANTIDAD ÓPTIMA)
BLUE DRAIN (AZULITO) x 120 ml	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	2480	0.00012	0.02	20	2009
TORNILLO TIRAFON PARA MADERA	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	2046	0.00012	0.02	20	1824
REMACHES 1/8" x 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	2015	0.00012	0.02	20	1811
REMACHES 5/32" x 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1515	0.00012	0.02	20	1570
TORNILLO ESTOBOL 4 mm x 25 mm	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1305	0.00012	0.02	20	1457
ANILLO PLANO M-6	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1260	0.00012	0.02	20	1432
TORNILLO AUTOPERFORANTE P/BROCA 1/4" x 1 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1246	0.00012	0.02	20	1424
TORNILLO TIRAFON PARA METAL 14 X 1	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1246	0.00012	0.02	20	1424
TORNILLO FLAP 6 x 1/2	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1050	0.00012	0.02	20	1307
TORNILLO CABEZA PAN 5/32" x 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1046	0.00012	0.02	20	1305
TORNILLO ESTOBOL 4 mm x 20 mm	REPUESTOS DE BUSES	A	KG	1046	0.00012	0.02	20	1305
REMACHES 3/16" x 3/4"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1015	0.00012	0.02	20	1285
CONECTORES DE 2 VIAS PARA FAROS	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	884	0.00012	0.02	20	1199
TORNILLO CABEZA PAN 1/8" x 1"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	846	0.00012	0.02	20	1173
PERNO 6 mm x 3/4"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	715	0.00012	0.02	20	1079
PERNO 8 mm x 3/4" (20 mm)	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	715	0.00012	0.02	20	1079
TORNILLO CABEZA PAN 5/32" x 3/4"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	676	0.00012	0.02	20	1049
PERNO 6 mm x 1"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	615	0.00012	0.02	20	1000
ANILLO PLANO 5/32"	REPUESTOS DE BUSES	A	KG	515	0.00012	0.02	20	916

Fuente: Elaboración propia

Para entender el cuadro anterior, tomaremos como ejemplo el primer material el cual indica que la cantidad optima a pedir es de 1824 unidades de TORNILLO TIRAFON.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 2046 * 20}{0.02}} = 1824$$

A continuación se procedió a determinar el punto de reposición y stock de seguridad para estos materiales así como se muestra en el siguiente cuadro.

Hallando el número de pedidos esperados, para ello solo dividimos la demanda anual entre la cantidad óptima.

$$\text{Número de pedidos esperados} = N = \frac{D}{Q}$$

Siguiendo el ejemplo ANILLOS PLANOS GALVANIZADOS seria así:

$$\text{Número de pedidos esperados} = \frac{2046}{1824} = 1.12$$

Cabe mencionar que se aproximó a 2.

Hallando el tiempo esperado entre cada pedido: Para ello solo dividimos los días laborables para la empresa entre el número de pedidos esperados

Siguiendo el ejemplo TORNILLO TIRAFON.seria así:

$$\text{Tiempo esperado entre cada pedido} = T = \frac{\text{días laborables / año}}{N}$$

$$T = \frac{313}{2} = 156.50 \text{ DÍAS}$$

Ahora determinaremos el PUNTO DE REPOSICION, que no es más que el indicador en que nosotros debemos reabastecernos o generar el pedido al proveedor cuando nuestro inventario llegue a ese dato.

Para ello solo multiplicamos la demanda diaria por el plazo que se demora en llegar el producto al almacén desde la fecha en que se realizó la orden de compra hasta que el proveedor llego al almacén con nuestro producto.

Siguiendo el ejemplo TORNILLO TIRAFON seria así:

$$ROP = PEP = d \times L$$

d = Demanda diaria.
 L = Plazo de entrega en días.

Para este producto consideramos que el plazo de entrega es de 1 días.

$$ROP = \frac{2046 * 1}{313} = 7$$

Por lo tanto, cuando el inventario sea igual a 7 unidades, se debe solicitar el nuevo pedido de tal forma que cuando lleguen los nuevos litros el inventario será igual a cero, ya que las 7 unidades, serán consumidas o durante el plazo total de entrega.

Hasta aquí se ha supuesto que la:

- demanda es totalmente predecible.
- gran confianza en las fuentes de aprovisionamiento.

Habitualmente esto no sucede, por lo tanto es necesario tener un margen de seguridad o stock de emergencia.

¿Cómo se calcula el stock de seguridad o emergencia? Una de las formas, es mediante un porcentaje que se calcula sobre la reserva de aprovisionamiento.

¿Qué es reserva de aprovisionamiento?

Es la reserva que será consumida durante el plazo total de entrega, es decir el “punto de pedido”, calculado anteriormente.

¿La reserva de emergencia se consume?

No, a menos que el nuevo pedido no llegue a tiempo o que aumente el nivel de demanda esperado.

La suma de la reserva de emergencia y de la reserva de aprovisionamiento, es el nuevo punto de pedido cuando existen márgenes de seguridad.

Por lo tanto, la reserva de emergencia más el lote económico, arroja la existencia máxima que tendrá la empresa en un momento dado.

De acuerdo al ejemplo anterior, si el margen de seguridad es un 20%.

La seguridad de emergencia sería igual a 1 unidad.

Luego Punto de Pedido = $7 + 1 = 8$ unidades.

Existencia Máxima = $1824 + 8 = 1831$ unidades.

Todo lo mostrado anteriormente se muestra la tabla 41.

Tabla 41: Determinación del punto de reposición y stock de seguridad

DESCRIPCIÓN	GRUPO	CLASIFICACIÓN	UND	D (CATIDAD ANUAL)	CANTIDAD ÓPTIMA (UNIDADES)				PUNTO DE REPOSICIÓN					STOCK(20%)	
					ÁREA X UNIDAD (M ³)	COSTO UNITARIO DE ALMACEN.	COSTO X PEDIDO	Q (CANTIDAD ÓPTIMA)	N (# de pedidos esperados)	T (tiempo esperado)	d (demanda diaria)	L (Plazo de entrega (días))	PUNTO DE REPOSICIÓN (UNIDADES)	Punto de pedido	Existencia máxima
BLUE DRAIN (AZULITO) x 120 ml	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	2480	0.00012	0.02	20	2009	2	156.5	8	1.00	7	8	2,010
TORNILLO TIRAFON PARA MADERA	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	2046	0.00012	0.02	20	1824	2	156.50	7	1.00	6	7	1,825
REMACHES 1/8" x 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	2015	0.00012	0.02	20	1811	2	156.5	6	1.00	16	20	1,814
REMACHES 5/32" x 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1515	0.00012	0.02	20	1570	1	313	5	1.00	15	18	1,573
TORNILLO ESTOBOL 4 mm x 25 mm	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1305	0.00012	0.02	20	1457	1	313	4	1.00	7	9	1,458
ANILLO PLANO M-6	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1260	0.00012	0.02	20	1432	1	313	4	1.00	7	8	1,433
TORNILLO AUTOPERFORANTE P/BROCA 1/4" x 1 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1246	0.00012	0.02	20	1424	1	313	4	1.00	6	8	1,425
TORNILLO TIRAFON PARA METAL 14 X 1	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1246	0.00012	0.02	20	1424	1	313	4	1.00	4	5	1,425
TORNILLO FLAP 6 x 1/2	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1050	0.00012	0.02	20	1307	1	313	3	1.00	3	3	1,308
TORNILLO CABEZA PAN 5/32" x 1/2"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1046	0.00012	0.02	20	1305	1	313	3	1.00	3	3	1,306
TORNILLO ESTOBOL 4 mm x 20 mm	REPUESTOS DE BUSES	A	KG	1046	0.00012	0.02	20	1305	1	313.00	3	1.00	3	3	1,306
REMACHES 3/16" x 3/4"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	1015	0.00012	0.02	20	1285	1	313	3	1.00	3	3	1,286
CONECTORES DE 2 VIAS PARA FAROS	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	884	0.00012	0.02	20	1199	1	313	3	1.00	2	2	1,199
TORNILLO CABEZA PAN 1/8" x 1"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	846	0.00012	0.02	20	1173	1	313	3	1.00	2	2	1,173
PERNO 6 mm x 3/4"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	715	0.00012	0.02	20	1079	1	313	2	1.00	2	2	1,079
PERNO 8 mm x 3/4" (20 mm)	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	715	0.00012	0.02	20	1079	1	313.00	2	1.00	2	2	1,079
TORNILLO CABEZA PAN 5/32" x 3/4"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	676	0.00012	0.02	20	1049	1	313	2	1.00	1	2	1,049
PERNO 6 mm x 1"	REPUESTOS DE BUSES	A	UNI	615	0.00012	0.02	20	1000	1	313	2	1.00	1	2	1,000
ANILLO PLANO 5/32"	REPUESTOS DE BUSES	A	KG	515	0.00012	0.02	20	916	1	313	2	1.00	1	2	916

Fuente: Elaboración propia

d) Metodología de las 5s

A continuación se muestran los 5 puntos de la estrategia con las actividades propuestas a seguir:

- Seiri (Despejar): En el almacén se clasificarán los elementos de acuerdo a las siguientes categorías:
 - a) **Productos necesarios:** Son todos aquellos de los cuales la empresa hace uso en un determinado momento y son totalmente vitales para su operación.
 - b) **Objetos innecesarios:** Son todos los objetos obsoletos que ocupan espacios que pueden ser aprovechados.
 - c) **Bienes de apoyo:** Son todos aquellos que son necesarios en cierto momento pero que no son vitales para las operaciones de la empresa.
- Seiton (Orden): Se propone para esa actividad definir una ubicación determinada para cada elemento. Es decir se deben establecer lugares fijos para todos los materiales que existen en el almacén, los elementos de aseo y limpieza, las basuras, los elementos usados dentro de las oficinas, etc. También se propone hacer la demarcación y la señalización de las zonas de almacenamiento teniendo en cuenta los siguientes pasos:
 - a) Realizar la demarcación sobre el piso de los espacios utilizados por los productos en el almacén de acuerdo al análisis ABC. Este análisis se realizó anteriormente.
 - b) Calcular las distancias necesarias para los pasillos teniendo en cuenta el movimiento de los productos y del personal.
 - c) Calcular y demarcar el espacio necesario para la preparación de pedidos.
- Seiso (Limpieza): Para implementar este punto es necesario hacer una jornada de limpieza, en donde se repartan responsabilidades entre los diferentes empleados y se cumplan los objetivos propuestos.

- Seiketsu (Estado de limpieza): Deben crearse los mecanismos de verificación y seguimiento para asegurar el cumplimiento de las tres fases operativas.

Para el cumplimiento de este punto, es necesario aplicar periódicamente la lista de chequeo. El jefe de logística será el responsable de evaluar el estado de limpieza para asegurar la eficiencia de la estrategia.

- Shitsuke (Disciplina): La responsabilidad de esta S recae sobre la gerencia, la cual debe diseñar y mantener los mecanismos adecuados de motivación para el personal. Los principales retos que debe asumir la gerencia son:

1. Lograr la participación de todos los empleados.
2. Hacer que cada uno de ellos entienda la estrategia.

Presupuesto para el desarrollo de las 5S

Las mejoras correspondientes a esta propuesta, incluyen tanto inversión monetaria como colaboración por parte del personal de bodega. Los costos relacionados con esta mejora están relacionados con la demarcación de las zonas de almacenamiento, material informativo, elementos de protección personal para los auxiliares y señalización de las zonas en bodega. El costo total de la propuesta es de S/. 8,000.00 soles, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 42: Presupuesto de las 5S

INVERSIÓN PARA APLICAR LAS 5S			
Ítem	Costo unitario	Unidades requeridas	Costo total
Pintura para demarcación	S/. 55.00	3	S/. 165.00
Material informativo	S/. 35.00	6	S/. 210.00
Letreros y señalización	S/. 20.00	4	S/. 80.00
Escobas	S/. 3.00	7	S/. 21.00
Recogedores	S/. 3.00	8	S/. 24.00
Rack para accesorios	S/. 2,000.00	1	S/. 2,000.00
Andamios grandes	S/. 2,500.00	2	S/. 5,000.00
Contenedores de basura	S/. 250.00	2	S/. 500.00
Total			S/. 8,000.00

Fuente: Elaboración propia

Responsables

Los responsables de realizar todas las actividades pertenecientes a esta mejora son el jefe de Logística, los trabajadores de almacén, y se contará con el apoyo del personal de aseo y limpieza de la empresa.

Adicional a ello se determinó el impacto de la implementación de las 5 s en el almacén, para ellos se utilizó nuevamente la lista de chequeo, para ver el nuevo nivel de cumplimiento de las 5s, el cual se muestra a continuación.

Tabla 43: Lista de chequeo para control y estado luego de implementado las 5S

CONTROL Y ESTADO DE 5'S	CON LA MEJORA				
	Sección: Almacén				
1S: Seleccionar	1	2	3	4	5
Los artículos innecesarios están separados de los artículos necesarios					X
Se ha separado el desperdicio de las partes necesarias					X
Los artículos innecesarios han sido identificados con la etiqueta					X
Las cajas de los empaques de los materiales han sido retiradas					X
Todos los elementos disponibles se están usando					X
PUNTAJE	25				
2S: Orden	1	2	3	4	5
¿Las cosas que son necesarias están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?					X
¿Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas?					X
¿Encuentra los productos necesarios sin demora?					X
¿Los pasillos, las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?				X	
¿Están los elementos utilizados por el operario para desarrollar la operación ubicados correctamente?				X	
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los trabajadores en sitios no adecuados?				X	
¿Los productos se encuentran organizados y dentro de sus cajas o empaques?					X
PUNTAJE	32				
3S: Limpieza	1	2	3	4	5
¿Las instalaciones se encuentran libres de huecos, suciedad, y pintura en mal estado en paredes y pisos?					X
¿Están los productos libres de polvo y mugre?				X	
¿Los pisos se mantienen en buen estado sin acumulaciones de agua u otros fluidos?				X	
¿Considera que el estado de limpieza de las instalaciones es adecuado?					X
PUNTAJE	18				
4 S: Estado de limpieza o estandarizar	1	2	3	4	5
¿Están los almaceneros usando los elementos de protección personal, portan su uniforme?					X
¿Las condiciones de calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?					X
¿Se realiza reciclaje de basuras?				X	
¿Los techos están libres de goteras?				X	
¿La entrada de luz solar está controlada?					X
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?					X
¿Se cuenta con personal encargado para realizar el aseo diario?				X	
¿Los extintores se encuentran en un lugar visible, de fácil acceso y señalizado?					X
PUNTAJE	37				
5S: Disciplina	1	2	3	4	5
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?				X	
¿Se cuenta con un programa de orden y aseo general?					X
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?				X	
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?					X
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?					X
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?				X	
PUNTAJE	27				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar se desarrolló la lista de chequeo luego de la implementación de las 5s, obteniéndose los siguientes puntajes.

Tabla 44: Puntajes actuales de la Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO (5S)	TOTAL DE PREGUNTAS	RESUSTADOS
		CON LA MEJORA
1S: Seleccionar	5	25
2S: Orden	7	32
3S: Limpieza	4	18
4 S: Estado de limpieza o estandarizar	8	37
5S: Disciplina	6	27
TOTAL	30	139
% DE CUMPLIMIENTO		93%

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el nivel de cumplimiento se tiene que tener en cuenta los siguientes criterios.

Tabla 45: Rangos del Nivel de cumplimiento de las 5S

CUMPLIMIENTO	RANGO
BAJO	0-99
MEDIO	90-130
ALTO	130-150

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar según el puntaje obtenido de 139, el nivel de cumplimiento luego de la implementación de las 5S es ALTO.

e) Cronograma de Capacitación para el área de Mantenimiento

Adicional al plan de mantenimiento predictivo desarrollado anteriormente se debe de considerar tener un plan de capacitaciones para los trabajadores del área de mantenimiento, esto les permitirá conocer más acerca de este tipo de mantenimiento y de esta forma poder llevar a cabo el plan de inspecciones para las unidades de transporte.

Los temas a capacitar serán dados por la empresa Tecsup, quien tiene cursos que tienen relación con temas de Mantenimiento predictivo.

El cronograma de capacitación propuesto para todo el año consta de 8 capacitaciones. Dichas capacitaciones se realizarán en los ambientes de la empresa y el monto que se debe asignar para que se lleven a cabo es de S/.20,000.00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 46: Programa de Capacitación para el área de Mantenimiento

CAPACITACIÓN	ÁREA	CRONOGRAMA												Proveedor	Costo	
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Costos de Mantenimiento de unidades	Mantenimiento	X													TECSUP	S/. 2,500
Análisis de falla (causa - raíz); RCA	Mantenimiento		X												TECSUP	S/. 2,500
Técnicas de Lubricación Industrial	Mantenimiento			X											TECSUP	S/. 2,500
Rodamientos	Mantenimiento				X										TECSUP	S/. 2,500
Mantenimiento predictivo	Mantenimiento					X									TECSUP	S/. 2,500
Técnicas del Mantenimiento predictivo	Mantenimiento							X							TECSUP	S/. 2,500
Alineamiento de Maquinaria Industrial	Mantenimiento									X					TECSUP	S/. 2,500
Análisis de Fallas por Ultrasonido	Mantenimiento											X			TECSUP	S/. 2,500
															TOTAL	S/. 20,000.00

Fuente: Elaboración propia

f) Cronograma de Capacitación para el área Logística

Para mejorar la gestión del área logística se elaboró un programa de capacitación. La finalidad de este programa consiste en que los trabajadores mejoren su actual gestión en las operaciones que día a día realizan Por ello las capacitaciones se realizarán según el cronograma propuesto, y contarán con la participación de todo el personal del área de logística y almacén. Dichas capacitaciones se realizarán en los ambientes de la empresa y el monto que se debe asignar para que se lleven a cabo es de S/.10,000.00

Tabla 47: Programa de Capacitación para el área de Logística

N°	CAPACITACIÓN	ÁREA	CRONOGRAMA												Proveedor	Costo
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
1	Logística para el sector transporte	Logística	X												TECSUP	S/. 2,000
2	Gestión de Aprovisionamiento y Compras	Logística			X										TECSUP	S/. 2,000
3	Control de Inventarios y Almacenes	Logística						X							TECSUP	S/. 2,000
4	Indicadores de Gestión Logística	Logística										X			TECSUP	S/. 2,000
5	Gestión Rentable de la Logística	Logística											X		TECSUP	S/. 2,000
															TOTAL	S/. 10,000.00

Fuente: Elaboración propia

A continuación se detallará el impacto de las propuestas de mejora en las causas raíces.

Área de Mantenimiento

1. Falta de mantenimiento predictivo - CR9

La empresa ITSSA BUS en el año 2017 tuvo un total de 29941 horas de reparación de los cuales el 70% (20959 horas) corresponde al mantenimiento correctivo y el 30% (8982 horas) corresponde al mantenimiento preventivo.

Con la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística se logró reducir el mantenimiento correctivo a 13886 horas (49%), además se incrementó las horas de mantenimiento predictivo a 5380 (19%) y el resto de horas de trabajo estará dedicado al mantenimiento preventivo.

Así como se muestra la siguiente tabla.

Tabla 48: % de horas por tipo de mantenimiento con la propuesta de mejora

Con la propuesta de mejora		
Tipo de Mantenimiento	HORAS	%
Correctivo	13886	49%
Preventivo	8982	32%
Predictivo	5380	19%
Total	28248	

Fuente: Elaboración propia

2. Falta de disponibilidad de las unidades de transporte - CR4

En el año 2017 la empresa Itssa Bus llegó a realizar 34020 viajes con sus 92 unidades, y dejó de atender 2876 servicios (viajes) debido a que las unidades de transporte en algunos casos se encontraban malogradas. Esto se debió a que la empresa no llegaba a su disponibilidad operacional meta actual que era de 98%, cabe mencionar

que en el año 2017 la disponibilidad operacional fue de 90.4%. Es así pues que en este año se obtuvo un total de 7160 paradas de las unidades de transporte y se tuvo un tiempo total de reparaciones (TTR) de 29941 horas, un TTF 331504 horas, MTTR de 4.99 horas y un MTBF de 47.02 horas.

Con la propuesta de mejora se logró reducir el número de paradas a 5728 y se tuvo un tiempo total de reparaciones (TTR) de 22868 horas, un TTF 339661 horas, MTTR de 4 horas y un MTBF de 60 horas. Cabe mencionar que la disponibilidad operacional se incrementó a 91.26%.

Tabla 49: Disponibilidad operacional con la propuesta de mejora

IMPACTO DEL SISTEMA INTEGRADO DE MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA											
N°	MARCA	PLACA	TTF RESULTANTE	TTR	DEMORAS LOGÍSTICA	N° FALLAS EN UN AÑO	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INHERENTE	Disponibilidad Operacional	CLC DEL MANTTO. CORRECTIVO
1	SCANIA	MIXTO 56	2781.4	338.2	58	51	54.3	6.6	89%	88%	S/. 25,107
2	SCANIA	MIXTO 56	2467.4	324.6	36	74	33.2	4.4	88%	87%	S/. 29,897
3	SCANIA	MIXTO 56	1403.2	377.8	44	52	27.0	7.3	79%	77%	S/. 73,902
4	SCANIA	MIXTO 56	3645.6	319.8	46	58	63.3	5.6	92%	91%	S/. 26,435
5	SCANIA	MIXTO 56	1297.2	302.6	31	60	21.6	5.0	81%	80%	S/. 77,612
6	SCANIA	MIXTO 56	6727.2	371.4	34	70	95.6	5.3	95%	94%	S/. 16,212
7	SCANIA	MIXTO 56	2511.8	354.2	52	67	37.4	5.3	88%	86%	S/. 43,369
8	SCANIA	MIXTO 56	5888.4	307.2	38	71	82.7	4.3	95%	94%	S/. 15,400
9	SCANIA	SOFA 40	3069.4	363.2	54	57	54.0	6.4	89%	88%	S/. 35,550
10	SCANIA	SOFA 43	3656.8	172.6	46	50	72.6	3.4	95%	94%	S/. 13,464
11	SCANIA	MIXTO 56	2066.4	109.8	41	54	38.0	2.0	95%	93%	S/. 15,260
12	SCANIA	MIXTO 56	2388.6	143.2	51	61	39.3	2.4	94%	92%	S/. 20,691
13	SCANIA	MIXTO 53	6724.6	182.8	34	51	131.3	3.6	97%	97%	S/. 7,471
14	SCANIA	MIXTO 53	2424.4	188.8	45	55	43.9	3.4	93%	91%	S/. 30,478
15	SCANIA	MIXTO 53	5914.0	113.8	63	70	84.0	1.6	98%	97%	S/. 5,675
54	SCANIA	MIXTO 56	1700.8	231.6	34	55	30.8	4.2	88%	87%	S/. 42,573
55	SCANIA	SOFA 42	2250.4	298.8	37	69	32.7	4.3	88%	87%	S/. 38,603
56	SCANIA	SOFA 42	2619.6	292.2	47	54	48.9	5.5	90%	89%	S/. 29,520
57	SCANIA	SOFA 42	2185.6	252.4	40	60	36.4	4.2	90%	88%	S/. 27,920
58	SCANIA	SOFA 42	2942.2	243.2	58	66	44.9	3.7	92%	91%	S/. 31,596
59	SCANIA	SOFA 42	1387.8	227.0	55	69	20.2	3.3	86%	83%	S/. 57,344
60	SCANIA	SOFA 42	3090.4	255.4	47	74	41.5	3.4	92%	91%	S/. 19,685
61	SCANIA	MIXTO 56	4722.8	277.6	42	69	68.6	4.0	94%	94%	S/. 19,210
62	SCANIA	MIXTO 56	3945.8	299.4	41	58	67.6	5.1	93%	92%	S/. 24,053
83	VOLVO	MIXTO 56	4395.4	279.4	63	66	67.0	4.3	94%	93%	S/. 24,004
84	VOLVO	MIXTO 56	4166.4	227.8	49	73	57.2	3.1	95%	94%	S/. 18,778
85	VOLVO	MIXTO 56	1205.0	278.2	49	62	19.6	4.5	81%	79%	S/. 84,014
86	VOLVO	MIXTO 56	3588.6	259.0	42	54	67.0	4.8	93%	92%	S/. 10,925
87	VOLVO	MIXTO 56	1650.2	144.0	61	62	26.4	2.3	92%	89%	S/. 19,010
88	VOLVO	MIXTO 56	4164.2	116.2	38	56	74.4	2.1	97%	96%	S/. 6,229
89	VOLVO	MIXTO 56	4187.8	109.0	63	54	78.1	2.0	97%	96%	S/. 9,006
90	VOLVO	MIXTO 56	2006.2	207.0	33	65	31.0	3.2	91%	89%	S/. 30,585
91	VOLVO	MIXTO 56	3113.8	121.6	42	69	45.3	1.8	96%	95%	S/. 9,819
92	VOLVO	MIXTO 56	3562.8	132.4	53	54	65.5	2.4	96%	95%	S/. 8,578
		TOTALES	339661.0	22868.4	4338	5728	60.2	4.0	92.52%	91.26%	S/. 2,232,173

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el incremento de la disponibilidad redujo costo lucro cesante anual (CLC) a S/., 232,173.

3. Falta de personal especializado para algunas OT de mantenimiento – CR1.

En el año 2017 la empresa tuvo un total de 13924 fallas de las cuales el 65%(4654 fallas) se le hizo un mantenimiento interno, y el 35%(2506 fallas) se le hizo un mantenimiento externo.

Esto debido a que la empresa no cuenta con personal que tenga conocimiento y habilidades que en técnicas predictivas que le permitan reducir así las fallas y sobre todo poder detectarlas a tiempo y de esta forma evitar estar solicitando servicio de mantenimiento externo.

Cabe mencionar que el costo de mantenimiento externo ascendió a S/.1, 922,334.

Con la propuesta de mejora se logró reducir el número de OT externas en un 20% y el costo de estos mantenimientos se redujo en un 3.2%(S/.61, 183). Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 50: Reducción del mantenimiento externo

	Inicial	Con la propuesta de mejora	Reducción	%
N° DE OT EXTERNAS	2506.00	2004.80	-501.20	-20.0%
COSTO POR OT EXTERNAS	S/. 1,922,334	S/. 1,861,151.25	-S/. 61,183	-3.2%
COSTO PROMEDIO POR OT EXTERNA	S/. 767	S/. 767	S/. 767	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la empresa no cuenta con personal especializado para el mantenimiento predictivo, se debe contratar a 1 persona que se dediquen a las actividades de mantenimiento, de esta manera se reducirá el tiempo de atención y por ende se dará una solución más rápida de las fallas que se presenten en el transcurso del día.

Los costos de contratación del personal de mantenimiento será de S/.30, 000 por año, debido a que se contratará un mecánico industrial para que se encarguen del mantenimiento eléctrico y mecánico de los equipos.

4. Falta de equipos para la detección de fallas – CR5

La empresa Ittisa Bus, no cuenta con equipos que le faciliten la detección de fallas de los componentes de las unidades de transporte.

El costo de no tener estos equipos se estima que equivale a un 20% del monto total facturado en mantenimiento externo el cual fue de S/.384,466.83. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Con la propuesta de mejora del mantenimiento predictivo se determinó que era necesario la adquisición de 9 equipos para poder hacer un seguimiento a diferentes parámetros que nos puedan decir cuando se debe cambiar los repuestos sin esperar a que fallen y ocasionen una avería mucho más grave.

Tabla 51: N° de equipos de monitoreo con la propuesta de mejora

	2017	CON LA PROPUESTA DE MEJORA
N° DE EQUIPOS PREDICTIVOS	0	9

Fuente: Elaboración Propia

Adicional a ello se redujo el costo de no tener equipos de S/.384,466.83.a S/.372, 230.

Tabla 52: Reducción del Costo de la falta de equipos

	2017	Con la propuesta de mejora	Reducción(soles)	%
Costo del mantenimiento externo	S/. 1,922,334.16	S/. 1,861,151	S/. 61,182.91	-3.2%
Costo de no tener equipos	S/. 384,466.83	S/. 372,230	S/. 12,236.58	-3.2%

Fuente: Elaboración propia

5. Falta de capacitación al área de Mantenimiento – CR3

Con la propuesta de un cronograma de capacitación para el área de mantenimiento se espera aumentar el número de capacitaciones para el área de logística de 4 a 8 capacitaciones en un año.

Este aumento del número de cursos de capacitación ayudará a mejorar el conocimiento de esta área facilitando la mejora de la gestión de mantenimiento.

El % de capacitaciones para el área de logística se incrementó de 5% a 10%, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 53: % capacitación para el área de mantenimiento

CON LA PROPUESTA DE MEJORA		
Áreas	N° de capacitaciones	%
Mantenimiento	8	10%
Logística	5	6%
Recursos humanos	6	8%
SSOMMA	25	31%
Administración	12	15%
Finanzas	8	10%
Operaciones	45	56%
Sistemas	15	19%
Total	124	

% CAPACITACIÓN ÁREA MANTENIMIENTO	10%
--	------------

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello se espera reducir el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico de 8 a 6.4 min por cada falla. Al valorizar el tiempo como costo lucro cesante anual este se reduce a S/.20, 571.

Tabla 54: Reducción del costo lucro cesante de la falta de capacitación

		2017	COSTO LUCRO CESANTE ANUAL	CON LA MEJORA	COSTO LUCRO CESANTE ANUAL	AHORRO
Causa raiz	N° FALLAS	7160		5728		
CR3	TIEMPO PROMEDIO PARA AVISAR QUE EXISTE UNA FALLA (MIN)	8		6.4		
	TOTAL	57280	S/. 32,143.22	36659.2	S/. 20,571.66	S/. 11,571.56
	PERDIDA ACTUAL		S/. 32,143.22	TOTAL	S/. 20,571.66	S/. 11,571.56

Fuente: Elaboración propia

Área de Logística

6. Falta de control de tiempos de la entrega de repuestos – CR6

En la empresa Ittsa Bus otra de las causas que originan que las unidades no estén disponibles en el tiempo que se le necesitan es debido a que el tiempo de la solución de las fallas correctivas se extienden y esto se da debido a que el área logística genera tiempos muertos por las demoras en la entrega de repuestos que se da cuando se realiza el mantenimiento correctivo y esto debido a que no existe una

adecuada clasificación de los repuestos. Se determinó que estos tiempos de demoras en la entrega de repuestos fue de 5422 horas, esto generó un Costo lucro cesante por demoras en la entrega de repuestos de S/.522, 762.

Con la propuesta de mejora se redujo en un 20% el tiempo de demoras en la entrega de repuestos con lo cual se redujo el Costo lucro cesante a S/.418, 210. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 55: Reducción del Costo lucro cesante de la falta de repuestos

IMPACTO DEL SISTEMA INTEGRADO DE MANTENIMIENTO Y LOGISTICA											
N°	MARCA	PLACA	TTF RESULTANTE	TTR	DEMORAS LOGISTICA	N° FALLAS EN UN AÑO	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INHERENTE	Disponibilidad Operacional	CLC POR DEMORAS LOGISTICAS
1	SCANIA	MIXTO 56	2781.4	338.2	58	51	54.3	6.6	89%	88%	S/. 4,335
2	SCANIA	MIXTO 56	2467.4	324.6	36	74	33.2	4.4	88%	87%	S/. 3,316
3	SCANIA	MIXTO 56	1403.2	377.8	44	52	27.0	7.3	79%	77%	S/. 8,607
4	SCANIA	MIXTO 56	3645.6	319.8	46	58	63.3	5.6	92%	91%	S/. 3,769
5	SCANIA	MIXTO 56	1297.2	302.6	31	60	21.6	5.0	81%	80%	S/. 8,002
6	SCANIA	MIXTO 56	6727.2	371.4	34	70	95.6	5.3	95%	94%	S/. 1,502
7	SCANIA	MIXTO 56	2511.8	354.2	52	67	37.4	5.3	88%	86%	S/. 6,367
8	SCANIA	MIXTO 56	5888.4	307.2	38	71	82.7	4.3	95%	94%	S/. 1,925
9	SCANIA	SOFA 40	3069.4	363.2	54	57	54.0	6.4	89%	88%	S/. 5,325
10	SCANIA	SOFA 43	3656.8	172.6	46	50	72.6	3.4	95%	94%	S/. 3,557
11	SCANIA	MIXTO 56	2066.4	109.8	41	54	38.0	2.0	95%	93%	S/. 5,670
12	SCANIA	MIXTO 56	2388.6	143.2	51	61	39.3	2.4	94%	92%	S/. 7,398
13	SCANIA	MIXTO 53	6724.6	182.8	34	51	131.3	3.6	97%	97%	S/. 1,373
14	SCANIA	MIXTO 53	2424.4	188.8	45	55	43.9	3.4	93%	91%	S/. 7,232
15	SCANIA	MIXTO 53	5914.0	113.8	63	70	84.0	1.6	98%	97%	S/. 3,151
54	SCANIA	MIXTO 56	1700.8	231.6	34	55	30.8	4.2	88%	87%	S/. 6,176
55	SCANIA	SOFA 42	2250.4	298.8	37	69	32.7	4.3	88%	87%	S/. 4,754
56	SCANIA	SOFA 42	2619.6	292.2	47	54	48.9	5.5	90%	89%	S/. 4,768
57	SCANIA	SOFA 42	2185.6	252.4	40	60	36.4	4.2	90%	88%	S/. 4,425
58	SCANIA	SOFA 42	2942.2	243.2	58	66	44.9	3.7	92%	91%	S/. 7,483
59	SCANIA	SOFA 42	1387.8	227.0	55	69	20.2	3.3	86%	83%	S/. 13,944
60	SCANIA	SOFA 42	3090.4	255.4	47	74	41.5	3.4	92%	91%	S/. 3,638
61	SCANIA	MIXTO 56	4722.8	277.6	42	69	68.6	4.0	94%	94%	S/. 2,879
62	SCANIA	MIXTO 56	3945.8	299.4	41	58	67.6	5.1	93%	92%	S/. 3,278
83	VOLVO	MIXTO 56	4395.4	279.4	63	66	67.0	4.3	94%	93%	S/. 5,430
84	VOLVO	MIXTO 56	4166.4	227.8	49	73	57.2	3.1	95%	94%	S/. 4,023
85	VOLVO	MIXTO 56	1205.0	278.2	49	62	19.6	4.5	81%	79%	S/. 14,737
86	VOLVO	MIXTO 56	3588.6	259.0	42	54	67.0	4.8	93%	92%	S/. 1,788
87	VOLVO	MIXTO 56	1650.2	144.0	61	62	26.4	2.3	92%	89%	S/. 8,026
88	VOLVO	MIXTO 56	4164.2	116.2	38	56	74.4	2.1	97%	96%	S/. 2,016
89	VOLVO	MIXTO 56	4187.8	109.0	63	54	78.1	2.0	97%	96%	S/. 5,222
90	VOLVO	MIXTO 56	2006.2	207.0	33	65	31.0	3.2	91%	89%	S/. 4,846
91	VOLVO	MIXTO 56	3113.8	121.6	42	69	45.3	1.8	96%	95%	S/. 3,359
92	VOLVO	MIXTO 56	3562.8	132.4	53	54	65.5	2.4	96%	95%	S/. 3,421
		TOTALES	339661.0	22868.4	4338	5728	60.2	4.0	92.52%	91.26%	S/. 418,210

Fuente: Elaboración propia

7. Falta de un proceso de evaluación de proveedores – CR8

Con la propuesta de mejora se determinó que el 64% de los proveedores son críticos.

8. Falta de gestión en el almacén – CR3

Se determinó que había una mala gestión en el almacén, debido a que se identificó tiempos muertos en los despachos en el almacén. Estos tiempos muertos generan retrasos en el mantenimiento y por ende perdidas económicas.

Con la propuesta de mejora se redujo el tiempo promedio pro despachos en un 40% es decir se reduce de 27.24 min a 16.34 min, es por ello que el Costo lucro cesante se reduce de S/. 45,113. a S/. 24,813. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 56: Reducción del % de despachos realizados fuera de tiempo

DESPACHOS REALIZADOS EN EL ALMACÉN								RESULTADOS CON LA PROPUESTA DE MEJORA					
Meses	Número de despachos totales	Número de despachos entregados a destiempo	% de despachos a destiempo	Minuto totales para los despachos	Minutos por pedido	Minutos perdidos por búsquedas	CLC por tiempo perdido	Minutos promedio por despacho	Minuto totales para los despachos	Numero de despachos entregados a destiempo	Minutos perdido por búsquedas	Nuevo tiempo - minutos perdidos totales	CLC por tiempo perdido
Enero	383	20	5%	12203	31.86	637	S/. 3,488	19.12	7321.8	15	286.75	350.48	S/. 1,918
Febrero	389	33	8%	10569	27.17	897	S/. 4,907	16.30	6341.4	25	403.47	493.13	S/. 2,699
Marzo	396	16	4%	10447	26.38	422	S/. 2,310	15.83	6268.2	12	189.95	232.16	S/. 1,271
Abril	426	28	7%	10661	25.03	701	S/. 3,835	15.02	6396.6	21	315.33	385.40	S/. 2,109
Mayo	400	27	7%	11763	29.41	794	S/. 4,346	17.64	7057.8	20	357.30	436.70	S/. 2,390
Junio	385	28	7%	10368	26.93	754	S/. 4,127	16.16	6220.8	21	339.32	414.72	S/. 2,270
Julio	396	16	4%	11973	30.23	484	S/. 2,648	18.14	7183.8	12	217.69	266.07	S/. 1,456
Agosto	444	25	6%	10566	23.80	595	S/. 3,256	14.28	6339.6	19	267.72	327.21	S/. 1,791
Septiembre	397	25	6%	10314	25.98	649	S/. 3,555	15.59	6188.4	19	292.27	357.22	S/. 1,955
Octubre	391	33	8%	10418	26.64	879	S/. 4,812	15.99	6250.8	25	395.67	483.60	S/. 2,647
Noviembre	384	21	5%	10639	27.71	582	S/. 3,184	16.62	6383.4	16	261.82	320.00	S/. 1,751
Diciembre	394	33	8%	10132	25.72	849	S/. 4,645	15.43	6079.2	25	381.88	466.74	S/. 2,555
Total	4785	305	6%	130053	27.24	8243	S/. 45,113.64	16.34	78031.8	229	3709.16	4533.42	S/. 24,813
								-40%			-25%	-45%	-45%

Fuente: Elaboración propia

9. Falta de orden y limpieza en el almacén – CR9

Actualmente en la empresa se identifica desorden en el almacén de repuestos y en el taller de mantenimiento. La manipulación de estos repuestos y la no detección de fallas a la hora de realizar un mantenimiento ocasionan que muchas veces se deterioren los repuestos o también por quedarse guardados se ven desgastados e inservibles.

En el año 2017 la empresa tuvo una pérdida de repuestos por lo motivos antes mencionados de S/. 163,202. Con la propuesta de mejora de las 5S se espera reducir esta pérdida a S/. 130,561. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 57: Pérdida de repuestos con la propuesta de mejora

REDUCCIÓN	20%
PERDIDA ACTUAL	CON LA MEJORA
S/. 163,202.43	S/. 130,561.94

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello se redujo el % de repuestos defectuosos de 0.31% a 0.19%, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 58: % de repuestos defectuosos con la propuesta de mejora

ITEM	2017	CON LA MEJORA
N° de repuestos defectuosos	281	169
N° de repuestos en el año	89530	89530
% de repuestos defectuosos	0.31%	0.19%

Fuente: Elaboración propia

10. Falta de capacitación al área Logística – CR1

En el año 2017, la empresa tuvo un total de 80 capacitaciones de las cuales solo 3 capacitaciones fueron dirigidas al área logística representando el 4% del número total de capacitaciones realizadas.

Con la propuesta de un cronograma de capacitación para el área logística se espera aumentar el número de capacitaciones para el área de logística de 3 a 5 capacitaciones en un año.

Este aumento del número de cursos de capacitación ayudará a mejorar el conocimiento de esta área facilitando la mejora de la gestión del almacén de repuestos.

El % de capacitaciones para el área de logística se incrementó de 4% a 6%, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 59: Horas de capacitación al área logística con la propuesta de mejora

CON LA PROPUESTA DE MEJORA		
Áreas	N° de capacitaciones	%
Mantenimiento	8	10%
Logística	5	6%
Recursos humanos	6	8%
SSOMMA	25	31%
Administración	12	15%
Finanzas	8	10%
Operaciones	45	56%
Sistemas	15	19%
Total	124	
% CAPACITACIÓN ÁREA LOGÍSTICA		6%

Fuente: Elaboración propia

En el año 2017 de los 4785 despachos realizados en el almacén, 343 pedidos no fueron atendidos debido a que no se encontró el repuesto en el almacén y esto debido a que no se tiene un control adecuado y un registro exacto de las salidas de repuestos y del stock que debe tener para atender los requerimientos sin pérdidas de tiempo.

Con la propuesta de mejora se logró reducir el % promedio de despachos no atendidos por falta de stock de 7.2% a 5.4%%, reduciendo el Costo Lucro Cesante a S/. 126,719.00

Tabla 60: %Despachos no atendidos por falta de stock

Meses	Número de despachos totales	Numero de despachos no atendidos por falta de stock	% de despachos no atendidos por falta de stock	Horas perdidas por la falta de stock	CLC por falta de stock	Con la propuesta de mejora		Horas perdidas por la falta de stock	CLC por falta de stock
						Despachos no atendidos	% de despachos no atendidos por falta de stock		
Enero	383	25	7%	38	S/. 12,315	19	5%	28	S/. 9,236
Febrero	389	28	7%	42	S/. 13,793	21	5%	32	S/. 10,344
Marzo	396	23	6%	35	S/. 11,330	17	4%	26	S/. 8,497
Abril	426	27	6%	41	S/. 13,300	20	5%	30	S/. 9,975
Mayo	400	33	8%	50	S/. 16,256	25	6%	37	S/. 12,192
Junio	385	34	9%	51	S/. 16,748	26	7%	38	S/. 12,561
Julio	396	31	8%	47	S/. 15,270	23	6%	35	S/. 11,453
Agosto	444	25	6%	38	S/. 12,315	19	4%	28	S/. 9,236
Septiembre	397	33	8%	50	S/. 16,256	25	6%	37	S/. 12,192
Octubre	391	26	7%	39	S/. 12,807	20	5%	29	S/. 9,606
Noviembre	384	29	8%	44	S/. 14,285	22	6%	33	S/. 10,714
Diciembre	394	29	7%	44	S/. 14,285	22	6%	33	S/. 10,714
Total	4785	343	7.2%	515	S/. 168,959	257	5.4%	386	S/. 126,719

Fuente: Elaboración propia

Además estas propuestas de mejora permitieron incrementar la rentabilidad de la empresa de 25% a 25.7%. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 61: Incremento de la Rentabilidad

	ACTUAL	CON LA MEJORA
Utilidad Neta	S/. 27,216,000	S/. 28,189,458
Ventas	S/. 108,864,000	S/. 109,552,734
Retntabilidad	25.0%	25.7%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5.1 Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de la propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Ittsa Bus” es necesario realizar la inversión que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 62: Inversión de la propuesta de mejora

INVERSIÓN	COSTO		
EQUIPOS	S/. 62,473.00	VIDA UTIL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Fisurómetro	S/. 4,386.00	4	S/. 91.38
Vibrómetro	S/. 13,115.00	4	S/. 273.23
Viscosímetro	S/. 7,693.50	4	S/. 160.28
Balancadora de llantas	S/. 15,020.00	4	S/. 312.92
Profundímetro	S/. 5,978.00	2	S/. 249.08
Medidor digital de presión de llantas	S/. 600.00	2	S/. 25.00
kit de Líquidos penetrantes	S/. 1,400.00	2	S/. 58.33
Multímetro	S/. 1,400.00	4	S/. 29.17
Termógrafo	S/. 12,880.50	4	S/. 268.34
MANO DE OBRA	S/. 30,000.00		S/. 1,467.73
5S	S/. 8,000.00		
CAPACITACIÓN	S/. 30,000.00		
INVERSIÓN TOTAL	S/. 130,473.00		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior la inversión es de S/.112, 837 y una depreciación mensual de los equipos de S/.1467.73.

5.2 Ahorro implementando la propuesta

1. Reducción de un 20 % de las fallas de los buses con esto también se reduce el costo de mantenimientos externo en un 3.2% (S/.61, 183).
2. Reducción del costo lucro cesante por las paradas de mantenimiento correctivo en S/.688, 734.
3. Reducción del 20% del número de horas de parada por la demora en la entrega de repuestos. Esto redujo el costo lucro cesante en S/.104, 552.
4. Con el aumento de la disponibilidad operacional de 90.4% a 91.26% en las unidades de transporte incrementó los viajes en 215, generándose ingresos por S/.688, 734. Además se logró incrementar la rentabilidad sobre las ventas de la empresa de 25% a 25.6%. Así como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 63: Ingresos obtenidos por la propuesta de mejora

CR	Causa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
CR9	Falta de mantenimiento predictivo													
CR4	Falta de disponibilidad de las unidades de transporte	S/. 70,448	S/. 51,628	S/. 53,422	S/. 69,401	S/. 57,779	S/. 44,594	S/. 62,655	S/. 49,605	S/. 63,965	S/. 57,720	S/. 47,825	S/. 59,692	S/. 688,734
CR5	Falta de personal especializado para algunas OT de mantenimiento	S/. 5,099	S/. 61,183											
CR1	Falta de equipos para detección de fallas	S/. 1,020	S/. 12,237											
CR3	Falta de capacitación al área de Mantenimiento	S/. 964	S/. 11,572											
CR6	Falta de control de tiempos de la entrega de repuestos													
CR8	Falta de un proceso de evaluación de proveedores	S/. 8,713	S/. 104,552											
CR3	Falta de gestión en el almacén	S/. 1,692	S/. 20,301											
CR9	Falta de orden y limpieza en el almacén	S/. 2,720	S/. 32,640											
CR1	Falta de capacitación al área Logística	S/. 3,520	S/. 42,240											
	TOTAL	S/. 94,175	S/. 75,355	S/. 77,149	S/. 93,128	S/. 81,506	S/. 68,321	S/. 86,382	S/. 73,332	S/. 87,692	S/. 81,447	S/. 71,552	S/. 83,419	S/. 973,458

Fuente: Elaboración propia

5.3 Estado de resultados

Inversión total: S/. 130,473

Costo de oportunidad anual: 1.10% mensual

Tabla 64: Estado de resultados

Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ingresos		S/. 94,175	S/. 75,355	S/. 77,149	S/. 93,128	S/. 81,506	S/. 68,321	S/. 86,382	S/. 73,332	S/. 87,692	S/. 81,447	S/. 71,552	S/. 83,419
Costos Operativos		S/. 37,670	S/. 30,142	S/. 30,859	S/. 37,251	S/. 32,602	S/. 27,328	S/. 34,553	S/. 29,333	S/. 35,077	S/. 32,579	S/. 28,621	S/. 33,368
Depreciación		S/. 1,468											
Utilidad bruta		S/. 55,038	S/. 43,745	S/. 44,821	S/. 54,409	S/. 47,436	S/. 39,525	S/. 50,362	S/. 42,531	S/. 51,148	S/. 47,400	S/. 41,464	S/. 48,584
Gav		S/. 4,709	S/. 3,768	S/. 3,857	S/. 4,656	S/. 4,075	S/. 3,416	S/. 4,319	S/. 3,667	S/. 4,385	S/. 4,072	S/. 3,578	S/. 4,171
Utilidad antes de impuestos		S/. 50,329	S/. 39,978	S/. 40,964	S/. 49,752	S/. 43,361	S/. 36,109	S/. 46,043	S/. 38,865	S/. 46,763	S/. 43,328	S/. 37,886	S/. 44,413
Impuestos (27%)		S/. 13,589	S/. 10,794	S/. 11,060	S/. 13,433	S/. 11,707	S/. 9,749	S/. 12,431	S/. 10,493	S/. 12,626	S/. 11,699	S/. 10,229	S/. 11,991
Utilidad después de impuestos		S/. 36,740	S/. 29,184	S/. 29,904	S/. 36,319	S/. 31,653	S/. 26,359	S/. 33,611	S/. 28,371	S/. 34,137	S/. 31,630	S/. 27,657	S/. 32,421

Fuente: Elaboración propia

5.4 Flujo de caja

Tabla 65: Flujo de caja

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 36,740	S/. 29,184	S/. 29,904	S/. 36,319	S/. 31,653	S/. 26,359	S/. 33,611	S/. 28,371	S/. 34,137	S/. 31,630	S/. 27,657	S/. 32,421
Depreciación		S/. 1,468											
FNE	-S/. 130,473	S/. 38,208	S/. 30,651	S/. 31,371	S/. 37,787	S/. 33,121	S/. 27,827	S/. 35,079	S/. 29,839	S/. 35,605	S/. 33,097	S/. 29,124	S/. 33,889

Fuente: Elaboración propia

5.5 Calculo del TIR/VAN

Tabla 66: Indicadores económicos

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto Efectivo	-S/. 130,473	S/. 38,208	S/. 30,651	S/. 31,371	S/. 37,787	S/. 33,121	S/. 27,827	S/. 35,079	S/. 29,839	S/. 35,605	S/. 33,097	S/. 29,124	S/. 33,889

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 94,175	S/. 75,355	S/. 77,149	S/. 93,128	S/. 81,506	S/. 68,321	S/. 86,382	S/. 73,332	S/. 87,692	S/. 81,447	S/. 71,552	S/. 83,419
Egresos totales		S/. 55,968	S/. 44,704	S/. 45,777	S/. 55,341	S/. 48,385	S/. 40,494	S/. 51,304	S/. 43,493	S/. 52,087	S/. 48,350	S/. 42,428	S/. 49,530

VAN ingresos	S/. 908,212	
VAN egresos	S/. 539,132	
PAYBACK	3.7	meses

VAN	S/. 238,607.08
TIR	23.8%
B/C	1.68

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

A. Después de la realización de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística, se obtuvo que se reducirá en un 20% el número de fallas correctivas de los buses y en un 20 % los tiempos por demoras en el área logística esto implica que los costos de mantenimiento realizado por terceros se reducirán en un 3.2%, lo que genera un ahorro anual para el área de mantenimiento de S/.773,725 y para el área logística S/.199,734; todo ello aumenta la disponibilidad operacional de 90.4% a 91.26%, con ello se incrementó el número de viajes en 215, generándose ingresos por S/.973,458. Además se logró incrementar la rentabilidad sobre las ventas de la empresa de 25% a 25.7%.

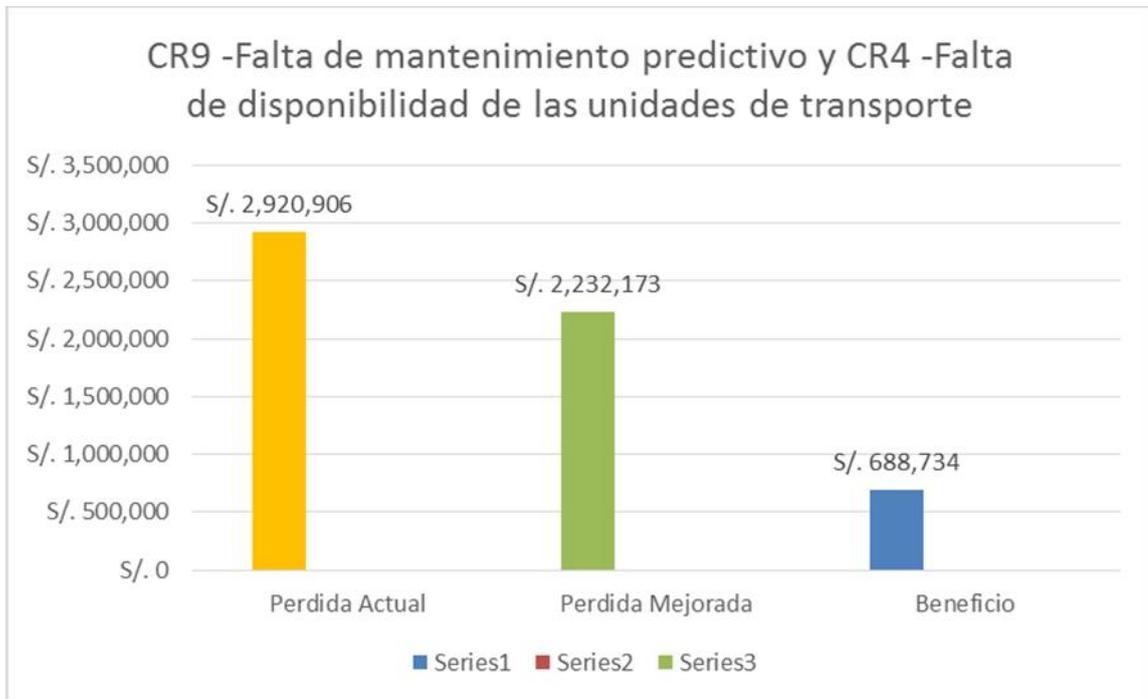
B. El VAN (valor actual neto) de la implementación de este proyecto es de S/. 238,607.08 lo que indica que es un proyecto RENTABLE para la empresa Ittsa Bus.

C. La tasa interna de retorno (TIR) es de 23.8%, esta es la tasa a la cual retornará la inversión de este proyecto y que es mucho mayor a la tasa base que la empresa desea ganar (COK=14%); por lo que el proyecto según este indicador es RENTABLE.

D. El indicador de costo beneficio tenemos un 1.68, lo que nos indica que por cada S/. 1.00 invertido en este proyecto, la empresa Ittsa Bus ganará S/. 0.68.

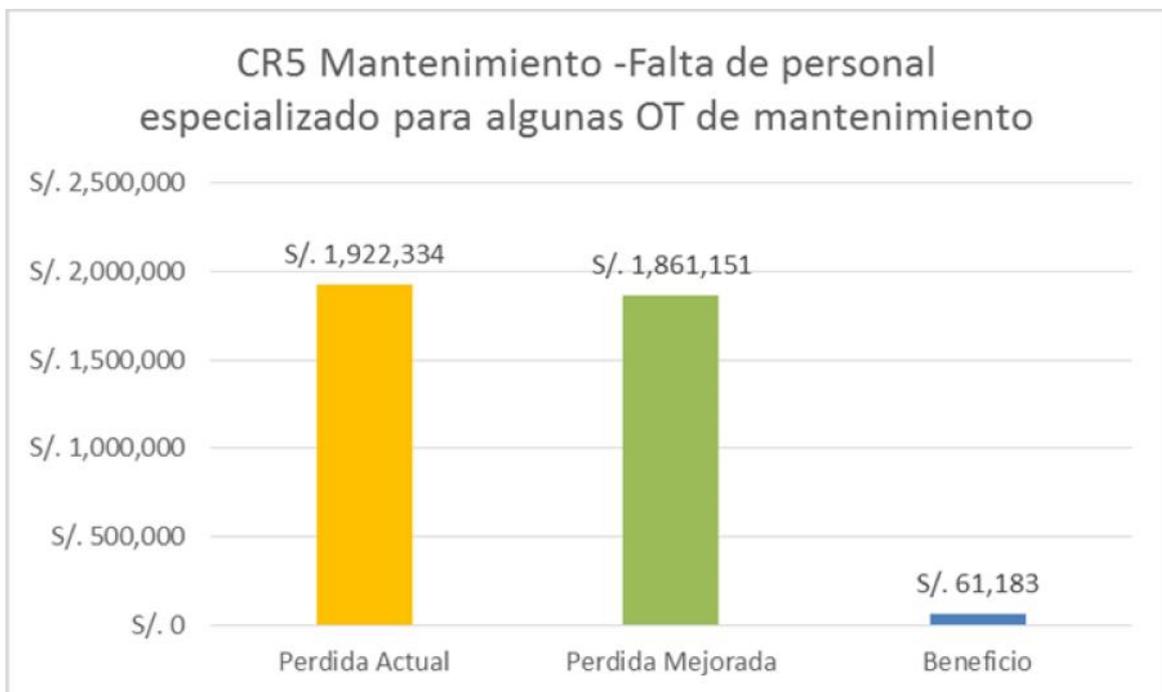
A continuación se muestran gráficas para mostrar las perdidas actuales y mejoradas y el beneficio obtenido con las propuestas de mejora para cada causa raíz.

Figura 21: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR9 y CR4



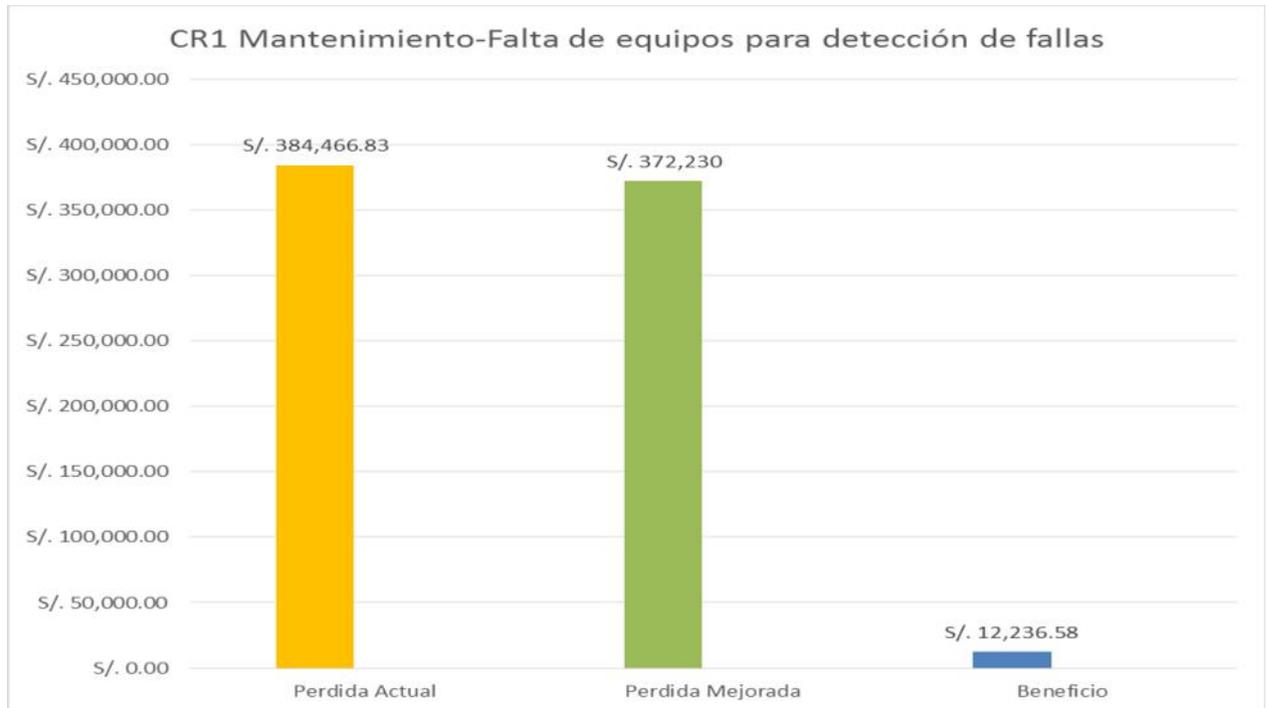
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR5



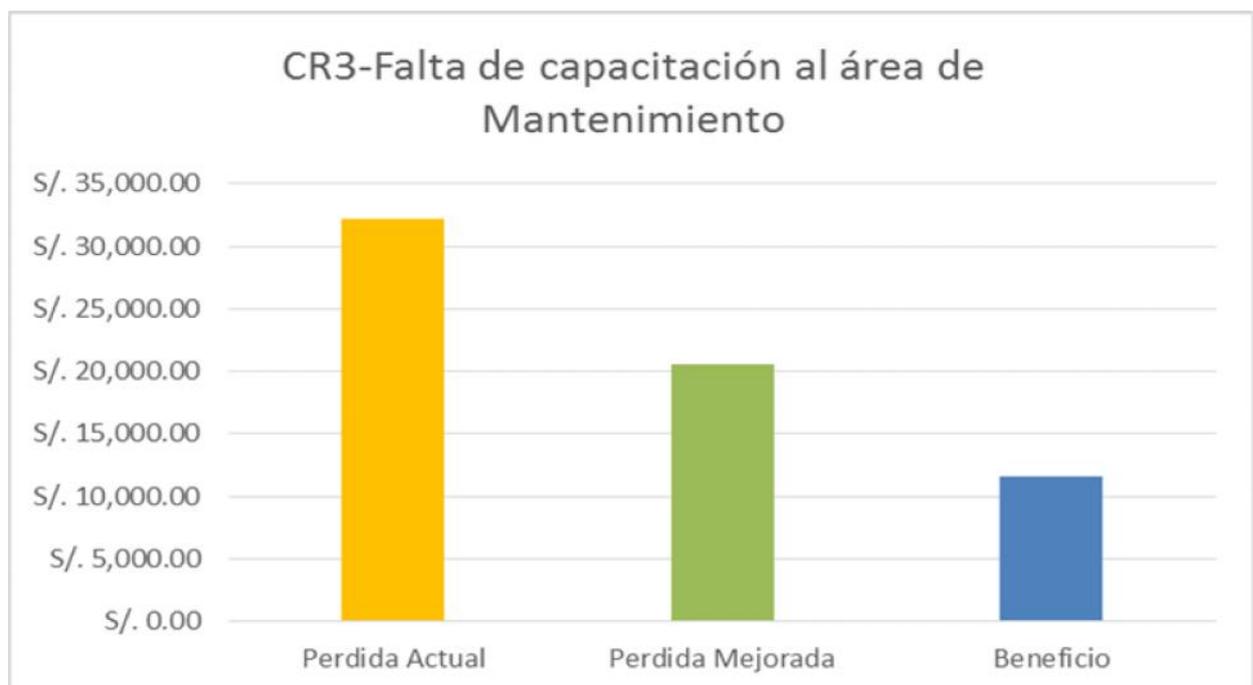
Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR1



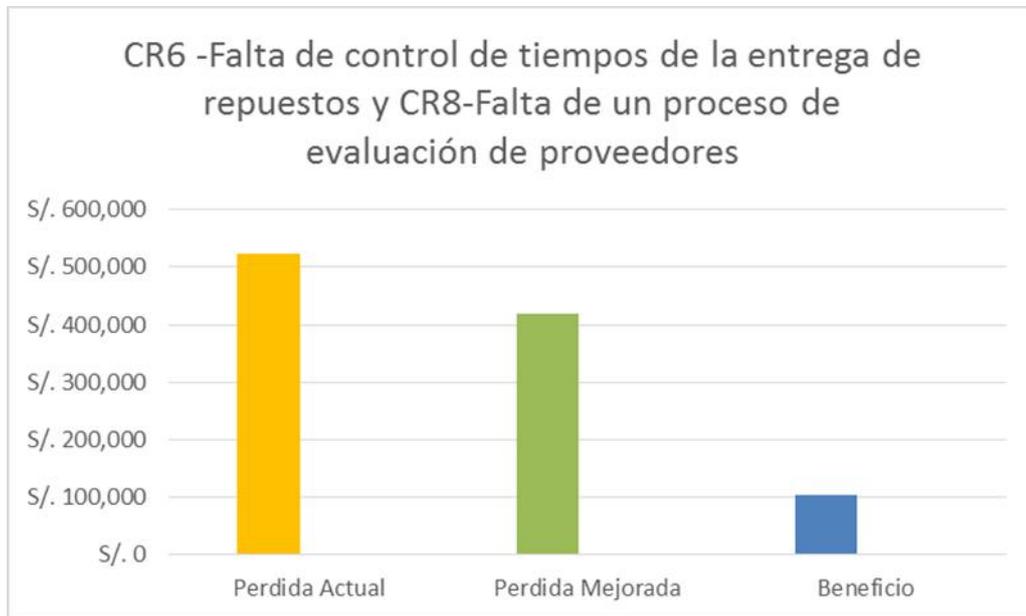
Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR3



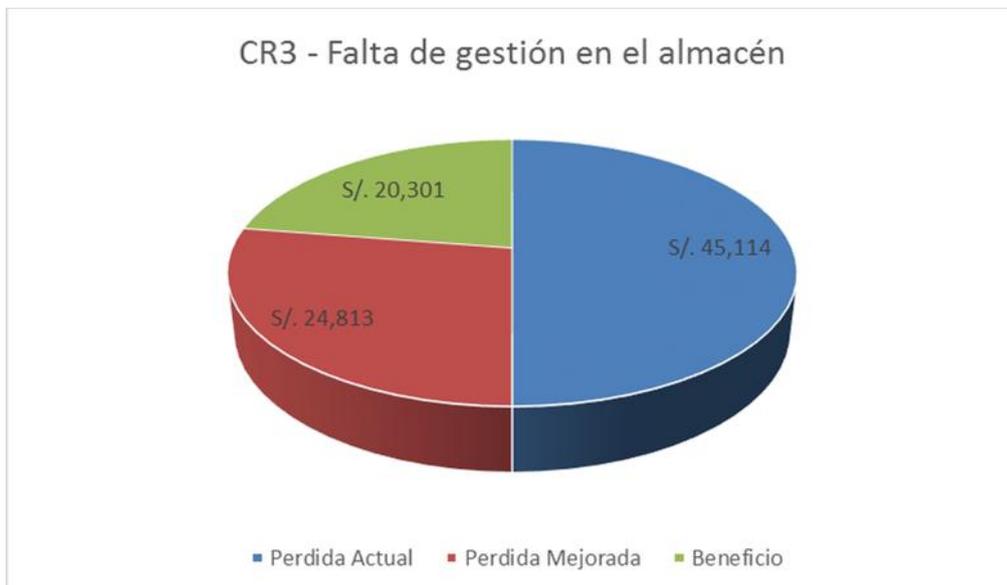
Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR6 y CR8



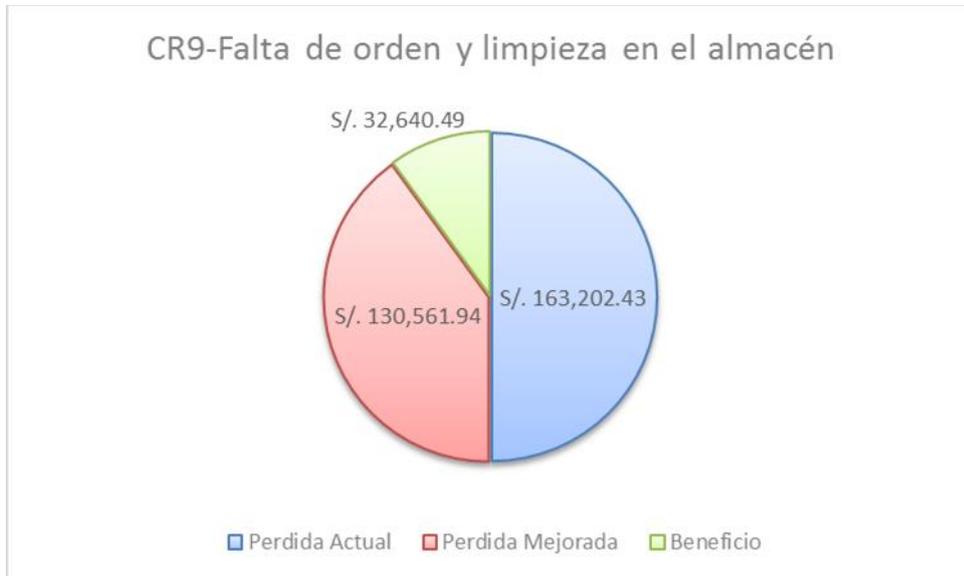
Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR3



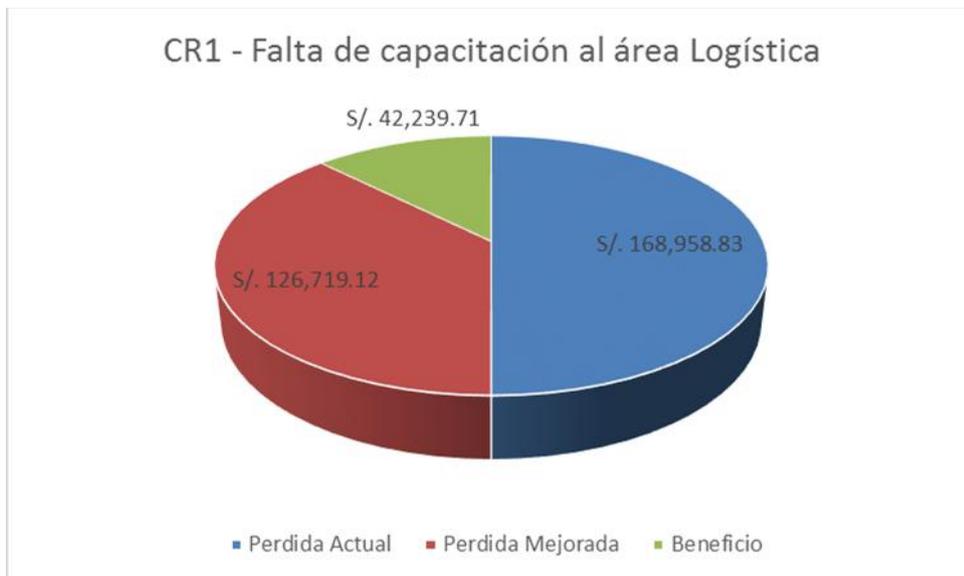
Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR9



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR1



Fuente: Elaboración propia

6.2 Discusión

- A. La propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística mejora la rentabilidad actual de la empresa Ittisa Bus de 25% a 25.7%, debido que al reducir en un 20% el número de fallas correctivas y en un 20% el tiempo de demoras en la entrega de repuestos, se incrementó la disponibilidad operacional de 90.4% a 91.26%, con ello se incrementó el número de viajes en 215, generándose ingresos totales por S/.973, 458.
- B. El VAN del proyecto fue de S/.238, 607, el cual se obtuvo por el mayor número de viajes realizados debido al incremento de la disponibilidad operacional, la reducción de costos de mantenimiento y logística del generando un ingreso anual de S/.973, 458, y se obtuvo un flujo neto de efectivo mensual promedio de S/. 32,967, a un tasa de 1.10% mensual.
- C. Para la empresa Ittisa Bus la tasa base para determinar que un proyecto es viable es de 14.00% anual, para determinar el TIR de la propuesta de mejora se hizo evaluación en un periodo de 1 año, teniendo una inversión de S/. 130,473 soles y un flujo de efectivo mensual promedio de S/. 32,967, obteniéndose como resultado un TIR de 23.8%, con lo cual nos indica que el proyecto es rentable, además la inversión se recupera en un periodo de 3.7 meses.
- D. Se obtuvo un Ingreso anual de S/. 973,45883 obtenidos por el incremento del número de viajes (215) y la reducción de costos de mantenimiento externo y costos de repuestos. Además se tuvo egresos anuales S/. 577,859 propios de los costos de operación. Al dividir estos 2 valores nos da como resultado 1.68 (Indicador costo beneficio)

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- A. Se determinó que la propuesta de mejora de la gestión de Mantenimiento y Logística logró Incrementar la rentabilidad de la empresa Ittsa Bus. de 25% a 25.7%, debido a que estas propuestas reducen el número de fallas de las unidades de transporte por mantenimiento correctivo en un 20%, además redujo el tiempo por demoras en la entrega de repuestos en un 20%, esto permitió incrementar la disponibilidad operacional de las unidades de transporte de 90.4% a 91.26%, con ello se incrementó el número de viajes en 215, generándose ingresos totales por S/.973, 458.
- B. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de las áreas de mantenimiento y logística de la empresa Ittsa Bus, encontrando que los principales problemas que afectan a la rentabilidad actual son las fallas correctivas debido a la falta de un mantenimiento predictivo a pesar de que aplican mantenimiento preventivo a las unidades de transporte, además en el área logística se generan tiempos muertos por la demora en la entrega de repuestos debido a la mala gestión de esta área. La pérdida generada por las causas de mantenimiento fueron de S/.5, 227,707 y del área logística S/.900, 037.
- C. Se desarrolló la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Ittsa Bus, el cual está basado en la aplicación de mantenimiento predictivo, cronograma de capacitación para el área de mantenimiento y logística, proceso de selección y evaluación de proveedores, Lote Económico de Pedido (EOQ) y la metodología de las 5S. Este sistema propuesto logró reducir los tiempos perdidos por fallas correctivas y los tiempos por las demoras en la entrega de repuestos incrementando la disponibilidad operacional de las unidades de transporte 90.4% a 91.26%, con ello se incrementó el número de viajes en 215, generándose ingresos totales por S/.973, 458.

D. Se hizo la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en un periodo de 12 meses, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE

VAN : S/. 238,607.08

TIR : 23.8 %

B/C : 1.68

PRI : 3.7 meses

7.2 Recomendaciones

- A. Se recomienda hacer una correcta gestión de sus repuestos y evaluación de los proveedores, para continuar reduciendo el tiempo de demora en la entrega de repuestos y de esta forma seguir incrementando la disponibilidad de los buses
- B. Se recomienda mantener el almacén tratando de mantener el cumplimiento de las 5s ya que esto permitirá mejorar la actual gestión logística.
- C. Se recomienda a la empresa destinar parte de su presupuesto anual para las capacitaciones de todos sus operarios en temas de mantenimiento y logística; ya que esto les permitirá tener un mayor conocimiento de uso de sus unidades y de las posibles fallas y como deben actuar ante cada una de ellas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, J (2005). "La logística inversa II." Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: <http://es.slideshare.net/mrmartineles/mrp-31958456>
- Agudelo, G. (s.f.).Logística. [En línea] Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: <http://gustavo-agudelo-velez.webnode.es/blog/>
- Cano, Narda. (2013) "Diseño e implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chavez SAC para mejorar su productividad" Cajamarca - Perú . Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: <http://docplayer.es/5406118-Facultad-de-ingenieria-tesis-ingeniero-industrial.html>
- Carlos (2013). Operador Logístico. [En línea]. Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: <http://www.todoexpertos.com/categorias/negocios/logistica/respuestas/109928/operador-logistico>
- Chang Nieto, E. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler.
- Criollo, Hendry (2010). "Propuesta para implementar un modelo de planeación y control de la producción en la empresa de muebles el Carrusel CIA. LTDA" Cuenca - España. Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/918/13/UPS-CT001913.pdf>
- Freivalds, B.W.A(2012). Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño de Trabajado. Mc Graw Hill – Miami Florida.
- Garrido, S. G. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos.
- Jacobs, N.S (2007) – Análisis de la producción y de las operaciones. Mc. Graw Hill Internamericana 5 Edición.
- Knezevic, Jezdimir (1996).Mantenimiento. España: Isdefe.

- Méndez, B. y Génesis, K. (2016). Programa de capacitación para mejorar la calidad del hotel San Francisco, cantón Daule, provincia del Guayas.
- Molina, J. (2010). Mantenimiento y seguridad industrial. Maracay.
- Mora, A. (2010). Logística Integral. En: Revista Logistics Center, vol 2
- Mora, E. (2009). Filosofía de las 5's, pp.1. En: Revista Plant Maintenance Resource Center, vol 1.
- Olarte, Arbeláez y Zabaleta, B. C. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. Scientia Et Technica, 2(45).
- Renovetec (s.f.). Mantenimiento Predictivo. Técnicas de Mantenimiento Condicional basadas en la medición de variables físicas. [En línea] Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: <<http://www.renovetec.com/editorial/mantenimientoindustrial-vol3-predictivo.pdf>
- Sima (s.f.). Mantenimiento preventivo [En línea] Recuperado el 18 de Abril del 2017, de: https://docs.google.com/document/d/12Spt_DxNytDtC4EuHY9kMjDOeTOvFZ8XWMSnZUC-tPQ/edit
- Suárez, D. (2001). Guía Teórico – Práctico Mantenimiento Mecánico. Universidad de Oriente, Puerto La Cruz

ANEXOS

Anexo 01: Encuesta para el área de mantenimiento

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - ITTSA BUS																																																																																										
<p>Área : Mantenimiento</p> <p>Problema : Baja rentabilidad</p> <p>Nombre: _____ Área: _____</p> <p>Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en e problema de la baja rentabilidad</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="padding: 2px;">Valorización</th> <th style="padding: 2px;">Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Alto</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Medio</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Bajo</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Nulo</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA RENTABILIDAD: CAUSA () ALTO () MEDIO () BAJO</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th rowspan="2" style="width: 10%;">Causa</th> <th rowspan="2" style="width: 60%;">Preguntas con Respecto a las Principales Causas</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Calificación</th> </tr> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="width: 10%;">Alto</th> <th style="width: 10%;">Medio</th> <th style="width: 10%;">Bajo</th> <th style="width: 10%;">Nulo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CR1</td> <td>Falta de personal especializado para el mantenimiento</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR2</td> <td>Falta de supervisores</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR3</td> <td>Falta de capacitación al área de Mantenimiento</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR4</td> <td>Falta de disponibilidad de las unidades de transporte</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR5</td> <td>Falta de equipos para detección de fallas</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR6</td> <td>Falta de buses para el transporte de pasajeros</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR7</td> <td>Falta de control de calidad en los repuestos</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR8</td> <td>Falta de oden y limpieza de las área de trabajo</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR9</td> <td>Falta de mantenimiento predictivo</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR10</td> <td>Falta de procedimientos de trabajo de mantenimiento</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CR11</td> <td>Falta de gestión de la documentación</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>					Valorización	Puntaje	Alto	3	Medio	2	Bajo	1	Nulo	0	Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación				Alto	Medio	Bajo	Nulo	CR1	Falta de personal especializado para el mantenimiento					CR2	Falta de supervisores					CR3	Falta de capacitación al área de Mantenimiento					CR4	Falta de disponibilidad de las unidades de transporte					CR5	Falta de equipos para detección de fallas					CR6	Falta de buses para el transporte de pasajeros					CR7	Falta de control de calidad en los repuestos					CR8	Falta de oden y limpieza de las área de trabajo					CR9	Falta de mantenimiento predictivo					CR10	Falta de procedimientos de trabajo de mantenimiento					CR11	Falta de gestión de la documentación				
Valorización	Puntaje																																																																																									
Alto	3																																																																																									
Medio	2																																																																																									
Bajo	1																																																																																									
Nulo	0																																																																																									
Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación																																																																																								
		Alto	Medio	Bajo	Nulo																																																																																					
CR1	Falta de personal especializado para el mantenimiento																																																																																									
CR2	Falta de supervisores																																																																																									
CR3	Falta de capacitación al área de Mantenimiento																																																																																									
CR4	Falta de disponibilidad de las unidades de transporte																																																																																									
CR5	Falta de equipos para detección de fallas																																																																																									
CR6	Falta de buses para el transporte de pasajeros																																																																																									
CR7	Falta de control de calidad en los repuestos																																																																																									
CR8	Falta de oden y limpieza de las área de trabajo																																																																																									
CR9	Falta de mantenimiento predictivo																																																																																									
CR10	Falta de procedimientos de trabajo de mantenimiento																																																																																									
CR11	Falta de gestión de la documentación																																																																																									

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Encuesta para el área de Logística

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - ITTSA BUS					
Área : Logística					
Problema : Baja rentabilidad					
Nombre: _____			Área: _____		
Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en e problema de la baja rentabilidad					
Valorización		Puntaje			
Alto		3			
Medio		2			
Bajo		1			
Nulo		0			
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA RENTABILIDAD: CAUSA () ALTO () MEDIO () BAJO					
Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación			
		Alto	Medio	Bajo	Nulo
CR1	Falta de capacitación al área Logística				
CR2	Falta de un MOF				
CR3	Falta de gestión en el almacén				
CR4	Falta de personal en el almacén.				
CR5	Falta de unidades de transporte.				
CR6	Falta de control de tiempos de la entrega de repuestos				
CR7	Falta de control de las entradas y salidas de material				
CR8	Falta de un proceso de evaluación de proveedores				
CR9	Falta de orden y limpieza en el almacén				
CR10	Falta de formato de control en el almacén				

Fuente: Elaboración propia