



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA DE  
TRANSPORTES Y TURISMO EMICER E.I.R.L, 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

Suárez Guerra, Lesly Magaly

**ASESORES**

Mg. Ulloa Bocanegra Segundo

Mg. Sifuentes Inostroza Teófilo

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión Empresarial y Productiva

**TRUJILLO-PERÚ**

**2018**

## JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

El jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Lesly Magaly Suárez Guerra**, cuyo título es: **“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, 2018”**.

Reunido en la fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo 18 (dieciocho).

Trujillo, julio 2018

-----  
PRESIDENTE

Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

-----  
SECRETARIO

Mg. Segundo Gerardo Ulloa Bocanegra

-----  
VOCAL

Mg. Sifuentes Inostroza Teófilo

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES CRISTÓBAL Y ROSA:**

Por brindarme su inmenso amor e incondicional apoyo día a día, por ser mi fuente de inspiración y fortaleza, y por inculcarme buenos valores.

### **A MIS TÍOS:**

A mis tíos José, Gladys, Dora, Hilda, Wil; por su cariño y comprensión, por sus consejos y motivación que me permitió avanzar en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco A Dios, por ser el que ilumina y guía mis pasos, por poner en mi camino a grandiosas personas que me ayudaron y fortalecieron en este camino universitario.

Agradezco también, a la Universidad César Vallejo por brindarme los ambientes y por formarme profesionalmente, a los docentes que con su enseñanza permitieron fortalecer mis conocimientos como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros Ulloa Bocanegra Segundo Gerardo y Sifuentes Inostroza Teófilo.

A la empresa de Transportes & Turismo Emicer; que me permitió desarrollar mi investigación dentro de ella, especialmente al Señor Emilio Cerna Mora.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Lesly Magaly Suárez Guerra con DNI N° 70159677, en efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Julio del 2018

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la rentabilidad de la empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L”, la cual contempla siete capítulos:

Capítulo I: Introducción, en la cual se describen las bases teóricas que ayudan a dar solución a la problemática presentada, asimismo la justificación del estudio, el problema, hipótesis y objetivos que se quieren lograr.

Capítulo II: Método, hace referencia al método, diseño, variables, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados y los métodos de tratamiento de datos.

Capítulo III: Resultados, Contiene el resultado de los objetivos, para lo cual se realizó una evaluación de la empresa en estudio, se determinaron los buses críticos, a través del indicador de criticidad, elaboración del plan de mantenimiento preventivo, haciendo uso del método del AMEF, implementación del plan y por último se determinó la rentabilidad.

Capítulo IV al V: Contiene secuencialmente las discusiones, conclusiones de cada objetivo.

Capítulo VI: Las recomendaciones adecuadas al estudio; y

Capítulo VII: Presenta las fuentes bibliográficas usadas en base al a teoría del mantenimiento.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El Autor

# ÍNDICE

## PÁGINAS PRELIMINARES

JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
PRESENTACIÓN .....	v
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA: .....	4
1.2 TRABAJOS PREVIOS:.....	6
1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA: .....	8
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: .....	16
1.5 JUSTIFICACIÓN: .....	16
1.6 HIPOTESIS: .....	16
1.7 OBJETIVOS:.....	17
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>18</b>
2.1 TIPO DE ESTUDIO .....	19
2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	20
2.3 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN .....	21
2.4 POBLACIÓN, MUESTRA .....	24
2.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	24
2.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	25
2.7 ASPECTOS ÉTICOS .....	25
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>99</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>107</b>
Bibliografía .....	108

<b>ANEXOS</b> .....	111
<b>A. ANEXO DE TABLAS</b> .....	112
<b>B. ANEXO DE FIGURAS</b> .....	116
<b>C. ANEXO DE INSTRUMENTOS</b> .....	120
<b>ANEXO DE MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Datos de la empresa</i> .....	35
<i>Tabla 2: Tiempos de operación y cantidad de fallas de los buses</i> .....	36
Tabla 3: Fallas del bus A3T-125.....	37
Tabla 4: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus A3T-125.....	39
Tabla 5: Fallas del Bus D4T-375.....	40
Tabla 6: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus D4T-375 .....	42
Tabla 7: Fallas del Bus J5U-541 .....	43
Tabla 8: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus J5U-541 .....	45
Tabla 9: Fallas del Bus B2H-236 .....	46
Tabla 10: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus B2H-236 .....	48
Tabla 11: Fallas del Bus B2H-236 .....	49
Tabla 12: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus W1R-174 .....	51
Tabla 13: Fallas del Bus R2N-154 .....	52
Tabla 14: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus R2N-154 .....	54
Tabla 15: Fallas del Bus M3J-690.....	55
Tabla 16: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus M3J-690 .....	57
<i>Tabla 17: Fallas del Bus B1N-659</i> .....	58
<i>Tabla 18: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus B1N-659</i> .....	60
Tabla 19: Fallas del Bus N1L-102.....	61
Tabla 20: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus N1L-102.....	63
Tabla 21: Fallas del Bus M1J-956.....	64
Tabla 22: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus M1J-956 .....	66



Tabla 23: Valores críticos de los buses .....	67
Tabla 24: Análisis de las fallas críticas de los buses.....	68
Tabla 25: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus A3T-125 .....	69
Tabla 26: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus D4T-375.....	70
Tabla 27: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus J5U-541 .....	70
Tabla 28: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus W1R-174.....	71
Tabla 29: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus B2H-236.....	71
Tabla 30: Hoja de información del bus A3T-125 .....	72
Tabla 31: Hoja de decisión del bus A3T-125.....	74
Tabla 32: Hoja de Información del bus D4T-375.....	76
Tabla 33: Hoja de decisión del Bus D4T-375 .....	77
Tabla 34: Hoja de información del Bus J5U-541 .....	79
Tabla 35: Hoja de decisión del Bus J5U-541.....	80
Tabla 36: Hoja de información del Bus W1R-174.....	81
Tabla 37: Hoja de decisión del Bus W1R-174.....	82
Tabla 38: Hoja de información del Bus B2H-236.....	83
Tabla 39: Hoja de decisión del Bus B2H-236 .....	84
Tabla 40 Evaluación posterior Bus A3T-125 .....	85
Tabla 41 Evaluación posterior Bus D4T-375 .....	85
Tabla 42 Evaluación posterior Bus J5U-541 .....	86
Tabla 43 Evaluación posterior Bus B2H-236.....	86
Tabla 44 Evaluación posterior Bus W1R-174.....	87
Tabla 45 Resumen del NPR.....	87
Tabla 46 Fallas y tiempos Año 2017.....	88
Tabla 47 Fallas y tiempos proyectados Año 2018.....	88
Tabla 48 Resumen de indicadores de mantenimiento Año 2017 .....	90
Tabla 49 Resumen de indicadores de mantenimiento Año 2018 .....	90
Tabla 50 Costos por mantenimiento preventivo de los buses.....	91
Tabla 51 Resumen de los costos año 2017-2018.....	92
Tabla 52 Costos totales de los años 2017-2018 .....	93
Tabla 53 Prueba de normalidad de la rentabilidad, Empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L, 2018. ....	97

Tabla 54 Prueba estadística T-Student de normalidad de la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, 2018.....	98
Tabla 55:Factores ponderados para el análisis de criticidad .....	113
Tabla 56: Índices de riesgo o número de prioridad de riesgos NPR.....	114
Tabla 57: Hojas de información .....	115
Tabla 58: Hoja de decisión.....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Capacitaciones sobre mantenimiento .....	29
Figura 2: Frecuencia de capacitación sobre mantenimiento mecánico .....	29
Figura 3: Actividades de mantenimiento .....	30
Figura 4:Encargado de las capacitaciones de mantenimiento mecánico.....	30
Figura 5:Frecuencia de fallas de los buses .....	31
Figura 6:Falla más frecuente de los buses .....	31
Figura 7:Tiempo de reparación de las fallas.....	32
Figura 8: ¿Podría determinar la falla del bus? .....	32
Figura 9:Acciones ante la falla.....	33
Figura 10: Reporte de falla.....	33
Figura 11: Número de fallas por año .....	36

Figura 12:Matriz de criticidad del bus A3T-125.....	39
Figura 13:Matriz de criticidad del bus D4T-375.....	42
Figura 14:Matriz de criticidad del bus J5U-541 .....	45
Figura 15:Matriz de criticidad del bus B2H-236 .....	48
Figura 16:Matriz de criticidad del bus W1R-174 .....	51
Figura 17:Matriz de criticidad del bus R2N-154 .....	54
Figura 18: Matriz de criticidad del bus M3J-690 .....	57
Figura 19:Matriz de criticidad del bus B1N-659 .....	60
Figura 20:Matriz de criticidad del bus N1L-102.....	63
Figura 21:Matriz de criticidad del bus M1J-956.....	66
Figura 22: Matriz de criticidad.....	117
Figura 23:Árbol lógico decisiones. Guía para la elaboración de las hojas de decisión. ....	118
Figura 24 Fotos de los buses de la empresa Emicer .....	119

## RESUMEN

La presente tesis se desarrolló en la Empresa de Transportes & Turismo Emicer, buscó mejorar la rentabilidad a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que estuvo basada en el método de análisis de modo y efecto de fallas (AMEF), la población fueron los 20 buses con los que cuenta la empresa, y la muestra fue 5 de ellos, dado que, al realizar el indicador de criticidad, éstos eran los más críticos. La investigación fue experimental de diseño Pre-experimental, ya que se hará una pre-prueba y post- prueba luego de realizar el plan de mantenimiento preventivo para determinar la mejora de la rentabilidad. Entre las técnicas utilizadas estuvieron la encuesta, entrevista y análisis documental; siendo sus instrumentos el cuestionario y estados financieros; se obtuvo como resultados que la empresa no realizaba capacitaciones a sus colaboradores en materia de mantenimiento, las fallas más frecuentes estaban en el sistema de frenos, además con la proyección se logró mejorar la rentabilidad en un 45%. Probándose estadísticamente con la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el valor de  $p=0.182$  y posteriormente se usó la T- Student. Con los resultados obtenidos se pudo llegar a la conclusión que la implementación del plan de mantenimiento preventivo mejora la rentabilidad.

Palabras clave: Plan de mantenimiento preventivo, rentabilidad, método AMEF.

## **ABSTRACT**

The present thesis developed in the Company of Transports & Tourism Emicer, looked for to improve the profitability through the implementation of a plan of preventive maintenance that was based in the method of analysis of way and effect of fail (AMEF), the population were the 20 buses with which explains the company, and the sample was 5 of them, since, when realising the indicator of criticidad, these were the most critical. The investigation was experimental of design Pre-experimental, since it will do a pre-proof and post- proof afterwards to realise the plan of preventive maintenance to determine the improvement of the profitability. Between the technicians used were the survey, interview and documentary analysis; being his instruments the questionnaire and financial states. It obtained like results that the company did not realise qualifications to his collaborators in matter of maintenance, fail them more frequent were in the system of brakes, besides attained improve the profitability in 45%. Testing statistically with the Shapiro-Wilk test, since the value of  $p = 0.182$  and subsequently the T-Student was used. With the results obtained, it was possible to reach the conclusion that the implementation of the preventive maintenance plan improves profitability.

Keywords: Preventive maintenance plan, profitability, AMEF method.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA:

El negocio del transporte es uno de los rubros que mayor crecimiento ha tenido a nivel mundial, debido al aumento de producción global, el traslado de diversos tipos de mercancía se ha transformado en una fuente de ingresos de mucha competitividad; un negocio en el que sobreviven aquellos que minimizan gastos, aumentan su eficiencia e incrementan su rentabilidad. Algo que los que tienen éxito saben, y la forma más efectiva de lograr tal rentabilidad es planear un correcto programa de mantenimiento de flotas de transporte (Outsourcing, 2016).

Nuestro país, en los últimos 20 años, ha tenido un desarrollo constante, lo que ha generado que la actividad logística también aumente de forma notable; existe utilización intensiva del transporte debido al aumento en la movilización de mercaderías, personas, equipos y demás accesorios. El sector transporte hasta el 2015 oscilaba en un 3.43% y en el 2016 incrementó a un 4.41 % de la economía total.

En la región la Libertad, se han generado accidentes de tránsito, siendo el 22% por fallas mecánicas tal como lo menciona (La República, 2016). Las personas necesitan saber que la prevención es importante, ya que se evita desgaste del motor y lo cual permite un mayor rendimiento y vida útil de los autos. Asimismo, se logra un ahorro considerable en cuanto a gastos de mantenimiento, que a su vez genera reducción de costos (Rpp Noticias, 2010).

En la actualidad existen metodologías y herramientas que permiten que las empresas sean rentables, siendo el mantenimiento preventivo una de ellas, busca el buen funcionamiento de la empresa, está destinada a evitar fallas y reducir de esta manera, los riesgos de paradas inesperadas. El mantenimiento preventivo es necesario en las empresas de transporte debido a que mejora la rentabilidad de las empresas. Esto significa la mejora en la disponibilidad de las unidades móviles, disminución de los costes por mantenimiento, genera mayor rentabilidad y un menor impacto ambiental (Garrido, 2010).

En la empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L ubicada en la Provincia de Virú, Distrito de Chao, que posee 20 unidades vehiculares y está dedicada al transporte de personal, se está manifestando problemas con sus unidades de transporte, siendo los más frecuentes los sistemas de frenos, sistema eléctrico y sistema de inyección, esto debido a que la empresa no tiene un plan de mantenimiento preventivo; por lo general lleva la unidad al mecánico cuando presenta la falla, lo que provoca que la unidad se paralice y no trabaje por días, generándole a la empresa una disminución en sus ingresos debido a los costos elevados en cuanto a reparación.

De continuar con esta situación sus costos se seguirán incrementado, lo cual afectará negativamente a sus ingresos, pudiendo ocurrir que, en el mediano o largo plazo, la empresa quiebre.

Es por ello, que se implementará un plan de mantenimiento preventivo en la empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L, para asegurar un buen funcionamiento de las unidades, mejorando de esta manera la rentabilidad de la empresa y haciendo que sus clientes estén mucho más satisfechos por el servicio que se brinda.



## 1.2 TRABAJOS PREVIOS:

En relación de esta investigación existen diversos antecedentes que le hacen referencia en varios sectores, la investigación se basa en el mantenimiento preventivo, así pues:

La investigación realizada por (GUEVARA, y otros, 2014), denominada: Plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicio de transportes, en Colombia. Empleando un estudio de diseño pre-experimental, la cual se realizó en cuatro etapas: Caracterizar el sistema actual de mantenimiento para establecer las debilidades y fortalezas del sistema, determinar las fallas más importantes, definir el plan de mantenimiento y así poder diseñar el plan de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de la empresa. Tuvo como muestra a 38 operarios. Para la investigación se aplicaron entrevistas, encuestas, fichas técnicas y por último análisis de datos, a los operarios y mecánicos de la empresa. Al final de la investigación se determinó que gracias a la ejecución del plan de mantenimiento se alcanzó una rentabilidad del 37% debido a la reducción de costos.

Por otro lado, la investigación de (VILLACRÉS, 2016); realizada en Ecuador, denominada “Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa MUNICIPAL Etapa Ep”, presentó un método de investigación de tipo deductivo; se aplicaron entrevistas al personal y análisis de datos; se procedió a realizar un análisis de criticidad para determinar los equipos críticos, siendo el de mayor riesgo el chasis, posteriormente se realizó un análisis de modos y efectos de falla(AMEF) de cinco sistemas, tales como sistema de frenos, eléctrico, dirección, suspensión, hidráulico ; para luego elaborar el plan de mantenimiento, finalmente se logró reducir un 45% en la tasa de fallas y el 80% en costos.

(CASTAÑEDA, 2016), en su tesis “Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A”, en Pimentel, el tipo de investigación es aplicada y emplea un diseño no experimental. Para lo cual, usó la recolección de datos como técnica, además, la observación, encuesta y la entrevista, los instrumentos fueron la guía de observación, y cuestionario de preguntas, esto para determinar la situación de la empresa, así como también identificar las fallas más críticas. Con la investigación se determinó que luego de implementarse el plan de mantenimiento preventivo la empresa redujo los días de los buses en el taller, logrando una mejora del 49,2%, se obtuvo un aumento en la confiabilidad del 32%, además logró una rentabilidad de 48.28%, debido a la reducción de costos.

(RONCAL, 2017) en su tesis “Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de Transporte de la Empresa Transvial Lima S.A.C 2017” hecha en Lima, tuvo como objetivo determinar que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial, se realizó bajo un diseño de investigación cuasi experimental del tipo aplicada, la técnica usada para recolectar los datos fue la observación; y su instrumento la guía de observación, la muestra fueron 20 unidades de transporte, el plan de mantenimiento estuvo basado en frecuencias o gamas de mantenimiento con las tareas para evitar fallas, la investigación concluyó que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad de los buses mejoró en un 62%, el tiempo medio entre fallas incrementó en un 44.22%, y se obtuvo un costo beneficio del 71%.

(CARBAJAL, 2016) En su tesis, “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de Transportes El Dorado”, realizada en Trujillo, su objetivo fue establecer un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de

Transportes el Dorado SAC; entre las técnicas utilizadas fueron la observación directa, las encuestas, entrevistas con el personal, además para implementar el plan de mantenimiento se identificó la situación actual de la empresa, se seleccionó los sistemas críticos y se hizo la programación del mantenimiento preventivo. Empleó un estudio descriptivo; los resultados obtenidos fueron que la empresa que la empresa no contaba con un plan de mantenimiento, el 55% de los conductores podría identificar una avería y el 80 % de los conductores estaba dispuesto a recibir capacitaciones sobre mantenimiento; asimismo con el plan se pudo obtener un ahorro del 24.95% de los costos totales.

### **1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA:**

La investigación se fundamenta en ciertas teorías como la de (VELASCO, y otros, 2016) que manifiesta que el mantenimiento es el conjunto de trabajos que están orientadas a conservar un bien a una condición óptima de seguridad de funcionamiento, para realizar la función esperada. El mantenimiento es un conjunto de tareas, las cuales conllevan a mantener el continuo funcionamiento de los equipos, disminuir los costos en la fabricación, evitar pérdidas por paros imprevistos de los equipos o herramientas. Para (GARRIDO, 2010) es el conjunto de acciones que mantiene en perfecto estado las herramientas e infraestructuras en servicio durante el máximo periodo posible, esto para buscar alta disponibilidad, además de un mayor eficiencia. Según Albert Ramond y Asociados (EU), el objetivo más importante del mantenimiento es obtener la mayor disponibilidad y efectividad que se necesita para la producción de servicios y bienes, con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal, esto al menor costo posible y a largo plazo.

Asimismo, (GARCÍA, 2003), refiere que el mantenimiento, busca asegurar la disponibilidad y capacidad exigida de las instalaciones y equipos, garantizando de esta manera su duración estimada y reduciendo los costos

de mantenimiento, teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente y la seguridad. Se puede decir, entonces, que la función básica de mantenimiento es cumplir con las labores necesarias para preservar el equipo en estados adecuados para que desempeñe su función de acuerdo a los requerimientos (CASAR, 2008). El mantenimiento debe contribuir a reducir los costos de parada del equipo por fallos o reparaciones, aumentar el capital invertido en equipos e instalaciones, reducir los costos de operación y mantenimiento, además de garantizar la seguridad industrial. (GONZALES, 2012) Las tareas del mantenimiento son inspección sistemática de todas las instalaciones, evitar accidentes, reparar y reducir las fallas de los equipos, mantener los equipos e instalaciones en las mejores condiciones para prevenir que los tiempos de parada aumenten costos, prolongar y alargar la vida útil de los equipos el máximo periodo posible.

Existen diversos tipos de mantenimiento, siendo el mantenimiento preventivo uno de ellos, es considerada como un sistema, en el cual, se realizan inspecciones periódicas programadas a los activos fijos de la empresa y sus equipos. Con el objetivo de determinar las condiciones inadecuadas, que deterioren gravemente las máquinas, equipos o instalaciones. Por otro lado, (DUFFUAA, 2010) lo considera como las series de tareas planeadas con anterioridad, que se realizan para hacer frente a las causas conocidas de fallas potenciales que no permiten el óptimo desempeño para lo que fue hecho un activo. Es posible programar y planear basándose en el tiempo, la condición y el uso del equipo. Las ventajas al usarlo son reducción significativa del riesgo por fallas, reducción de la posibilidad de paros inesperados, permite obtener un mejor control y planeación sobre el mismo mantenimiento a ser empleado a los equipos (GARCÍA, 2009).

El mantenimiento preventivo se puede basar en las condiciones reales de los equipos, también llamado Mantenimiento Predictivo (CBM), el cual se basa en inspeccionar los equipos a tiempos regulares y adoptar medidas para evitar las fallas y prevenir las consecuencias de las mismas de acuerdo a condición, en donde el estado del equipo se define controlando los parámetros claves de operación; para medir éstas condiciones se usan técnicas como análisis de vibraciones, lubricación, termovisión, radiografía industrial, entre otros; y en la información histórica de la falla de los equipos. La función del mantenimiento preventivo es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos (GARCÍA, 2012).

-Disponibilidad. Según (Realibilityweb, 2016), Es la proporción de tiempo durante el cual, el equipo o sistema se pudo haber usado, es decir que no esté parada por daños o averías. Se mide por el índice:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas operativas} - \text{Horas Inoperativas}}{\text{Horas Operativas}} * 100$$

-Confiabilidad, Según (APABLAZA, 2013) es la probabilidad de que un equipo o instalación desempeñe su objetivo principal correctamente de acuerdo al requerimiento de uso establecidas, en un periodo de tiempo dado. Al realizar este análisis, se obtiene información de la condición del mismo. Se mide por el índice MTTF (Tiempo medio hasta el fallo).

$$\text{MTTF} = \frac{\text{Tiempo total de Operación por máquina}}{\text{Número de fallas totales por máquina}} = \frac{\sum \text{TTF}}{n}$$

-Mantenibilidad, probabilidad de que un equipo o sistema sea reparado completamente a su condición operacional dentro de un periodo de tiempo determinado, según los criterios de funcionamiento y procedimiento de

reparación preestablecidos. El tiempo promedio para reparar es un parámetro asociado a este indicador.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total para restaurar por máquina}}{\text{Número de fallas totales por máquina}} = \frac{\sum \text{TTR}}{n}$$

Otro de los criterios a tomar en cuenta es el de criticidad, es una metodología que consiste en priorizar los sistemas, equipos e instalaciones existentes según la importancia con la que cumplen los objetivos de la industria. Posibilita identificar las áreas o secciones en dónde se tendrá una mayor atención en mantenimiento. Es decir, el proceso de análisis de criticidad permite determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional que desempeñen. La información usada para el análisis de criticidad está vinculada con la flexibilidad operacional, la frecuencia de fallas, impacto operacional, costos de mantenimiento, impacto de seguridad y medio ambiente (PARRA, y otros, 2015).

La criticidad se determina mediante la ecuación:

$$\text{CTR} = \text{FF} * \text{C}$$

Donde:

**CTR:** Criticidad total por riesgo

**FF:** Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado)

**C:** Consecuencia de los eventos de fallos.

Donde se supone además que el valor de consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{C} = (\text{IO} * \text{F}) * \text{CM} * \text{SMA}$$

Siendo:

**IO:** Factor de impacto en la producción

**FO:** Factor de flexibilidad operacional

**CM:** Factor de costos de mantenimiento

**SMA:** Factor de impacto a la seguridad y medio ambiente

Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), muestra que muchos de los conceptos antiguos del mantenimiento son erróneos. Por ejemplo, el decir que las fallas ocurren cuando los equipos envejecen es completamente incorrecto. Es un proceso que se usa para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe realizando lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. (MOUBRAY, 2004)

Según la norma SAE JA 1011 las 7 preguntas básicas del RCM son:

- ¿Cuál es la función?: lo que el usuario quiere que la máquina haga.
- ¿Cuál es la falla funcional?: Razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga.
- ¿Cuál es el modo de falla?: Qué pudo causar la falla funcional.
- ¿Cuál es el efecto de la falla?: Qué pasa cuando la falla ocurre.
- ¿Cuál es la consecuencia de la falla?: Razones por las que importa que falle.
- ¿Qué se puede hacer para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?
- ¿Qué se hace si no se encuentra ninguna tarea para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?

Las principales herramientas para responder a las 7 preguntas básicas del RCM son el análisis de fallas y efectos de fallos (AMEF) y el árbol de decisiones.

Análisis de modos de fallas y efectos de fallos (AMEF): Herramienta que ayuda a observar los efectos y consecuencias de los modos de fallos de cada activo en su contexto operacional. Garantiza que todos los modos de falla sean comprendidos, identifica debilidades de diseño, provee criterios para prioridades de acciones correctivas y preventivas. (GONZÁLES, 2005)

-Modo de fallas: Son las diferentes formas, maneras y modos en las que puede fallar un componente de un equipo y el equipo en sí, la cual genera una pérdida total o parcial de su función.

-Efectos de falla: Son los hechos o la evidencia de que la falla se produjo, además indica la sucesión de eventos desde que se inicia hasta que termina la falla, es prioritario establecer las consecuencias de éstas, esto contiene impacto de la seguridad, higiene, económico y operación de la falla.

-Número de prioridad de riesgo (NPR): Se determina multiplicando los tres índices de probabilidad, los cuales son la gravedad, el nivel de ocurrencia y por la falta de detección.

$$I(R) = G * O * D$$

Donde:

I(R): índice de riesgo de cada falla

G: índice de gravedad

O: índice de ocurrencia

D: índice de detección

(RODRÍGUEZ, 2012), señala que, si el valor de IPR es superior a 100, se debe intervenir en el sistema realizando la tarea de mantenimiento respectiva, en cambio si el valor de IPR es inferior a 100, no es necesario intervenir, salvo que los cambios fueran fáciles de introducir en el sistema y mejoren su funcionamiento.

En el anexo de tablas, tabla 41, se detallan las tablas para la evaluación del número de prioridad de riesgo.

Árbol lógico de decisiones: Es una herramienta que ayuda a seleccionar de manera óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. (MOUBRAY, 2004)

-Hojas de información: Se estratifica la información de referencia para poder establecer las tareas.



-Hojas de decisión: Hojas que permiten integrar las consecuencias y las tareas de mantenimiento.

La confiabilidad y disponibilidad de una instalación dependen del mantenimiento que se ejecute en ella. Optar por un plan de mantenimiento preventivo es una buena opción. El plan de mantenimiento preventivo es el conjunto de tareas de mantenimiento programado que se realizan a un equipo o máquina, esto para cumplir con la fiabilidad, disponibilidad, coste, que tiene como objetivo final maximizar la vida útil de los equipos. Un adecuado plan de mantenimiento es aquel que ha estudiado todos los posibles fallos, y que además es elaborado para prevenirlos, para ello se necesita hacer un minucioso análisis de fallos de todos los sistemas que comprenden la planta (GARCÍA, 2012).

(Revotec, 2011), refiere que para formar un plan de mantenimiento se debe tomar en cuenta aspectos operacionales y condiciones de funcionamiento. Además, es necesario comunicar el plan de mantenimiento a cada uno de los integrantes de la empresa, asimismo se debe conocer a profundidad los componentes del sistema, sus etapas de aplicación, así como su metodología.

Luego de dejar claro los procedimientos, conceptos y metodología del plan de mantenimiento, se especifica las teorías y conceptos fundamentales de la rentabilidad, así como los factores e indicadores que influyen en la variable. El concepto de rentabilidad ha ido cambiando al pasar de los años y ha sido utilizado de diversas maneras, siendo uno de los indicadores más importantes para determinar el éxito de un negocio. Para (SÁNCHEZ, 2002), el término de rentabilidad es la medida del rendimiento que en un tiempo dado genera capitales que son usados en el mismo. Comparando la renta generada y los medios usados para alcanzarla. La rentabilidad evalúa la capacidad que tiene una empresa para generar resultados positivos en

un determinado periodo. Es un principio que se utiliza en toda actividad económica en la que se mueven medios financieros, materiales y humanos para generar resultados (ESTUPIÑAN, 2007).

Entonces, se puede decir que la rentabilidad es la medida del rendimiento que producen capitales que son usados en el mismo, en periodo de tiempo establecido. Hay dos tipos de rentabilidad, la rentabilidad económica y la rentabilidad financiera. La Rentabilidad económica (ROA), determina la capacidad de los activos de una empresa para generar valor, indistintamente de cómo hayan sido financiados, Estupiñan (2007). Es igual a beneficio económico antes de intereses e impuestos entre activo total.

$ROA = \text{Utilidad después de impuestos} / \text{Activos totales}$

$ROI = \text{Utilidad antes de impuestos} / \text{Activos totales}$

y la Rentabilidad Financiera (ROE), también llamada, rentabilidad de los fondos propios, mide el poder productivo del valor contable sobre la inversión para un determinado periodo económico de una empresa (SÁNCHEZ, 2002).

$ROE = \text{Utilidad después de impuestos} / \text{patrimonio}$

La relación de las variables independiente como dependiente se da con lo que refiere Montalvo (2012) que, actualmente debido a la creciente competitividad de los mercados, se hace esencial implementar un adecuado plan de mantenimiento preventivo, ya que mejora la rentabilidad de las empresas, puesto que reduce costos de mantenimiento y las paradas innecesarias de las máquinas. La función principal del mantenimiento preventivo, es preservar la función y la operación, optimizar el rendimiento y aumentar la vida útil de los activos, pretendiendo una inversión óptima de los recursos. Permitiendo mejor control sobre el estado operativo, así como la forma de disminuir o aminorar el impacto de las causas de las fallas. El mantenimiento preventivo en las unidades de transporte es necesario para

mejorar la rentabilidad de las empresas. Esto significa la mejora en la disponibilidad de los vehículos, disminución de los costos por mantenimiento, que permite obtener beneficios, genera una mayor rentabilidad operacional y un menor impacto ambiental, lo que ayudará a una mayor competitividad de la empresa (MONTALVO, 2012).

#### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

¿En qué medida se mejora la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer EIRL con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo?

#### **1.5 JUSTIFICACIÓN:**

La presente investigación se justifica **teóricamente** ya que pone a prueba la eficacia de las teorías del mantenimiento preventivo en la empresa de transportes, es pertinente de manera **práctica** ya que se implementa un plan de mantenimiento preventivo que permite a la empresa ser más competitiva y que los clientes estén satisfechos, asimismo **metodológicamente** también es pertinente puesto que propone indicadores necesarios para medir las variables de estudio que pueden servir de guía a futuros investigadores, además se justifica **económicamente** ya que los resultados obtenidos de la implementación permiten la reducción de sus costos incrementando de esta manera la rentabilidad de la empresa, por último se puede justificar de manera **social** ya que el plan de mantenimiento mejora la calidad de servicio al cliente, al reducir las paradas de las unidades por falta de mantenimiento.

#### **1.6 HIPOTESIS:**

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L en el año 2018.

## **1.7 OBJETIVOS:**

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL:**

Mejorar la rentabilidad de la empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

### **1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa.
- Identificar mediante el indicador de criticidad, las unidades críticas de la empresa.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las unidades críticas de la empresa.
- Implementar y monitorear un plan de mantenimiento preventivo, realizando seguimiento mediante los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.
- Determinar los resultados de la implementación del plan de mantenimiento preventivo generados en la rentabilidad de la empresa.

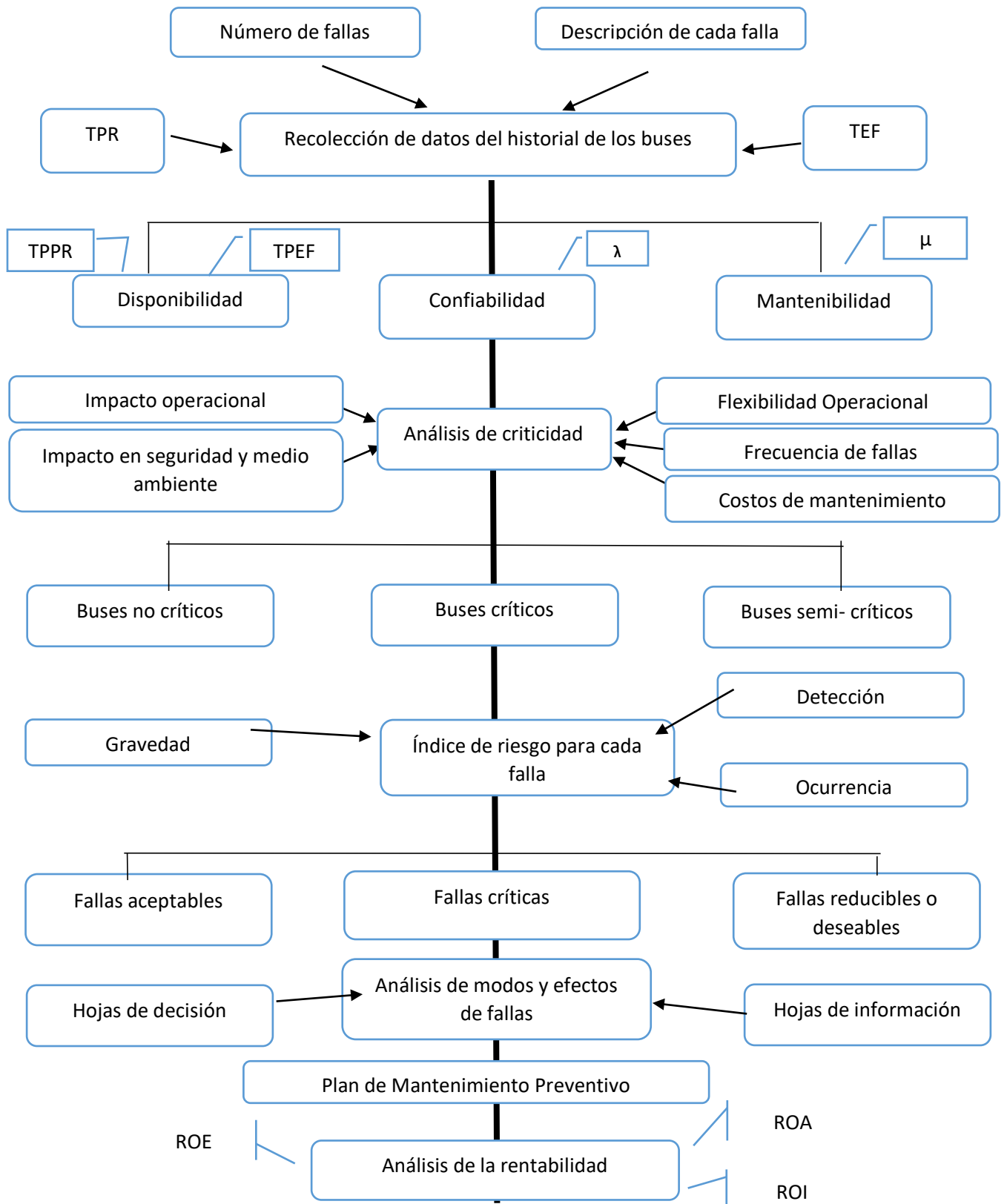
## **II. MÉTODO**

## **2.1 TIPO DE ESTUDIO**

La investigación es aplicada, ya que en ella se emplea las bases teóricas del mantenimiento preventivo para dar solución a la realidad problemática que se presenta en la empresa de estudio. Asimismo, es un estudio longitudinal, ya que se analiza los cambios del comportamiento de las variables a través del tiempo, es decir realizando mediciones antes y después de aplicar el estímulo.

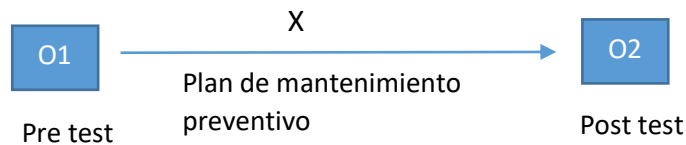
## 2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es Pre –experimental



La investigación es Experimental de diseño Pre-experimental, debido a que se evalúa a un grupo antes de aplicar el estímulo (plan de mantenimiento preventivo), luego se le administra el tratamiento y después se aplica una prueba posterior al estímulo (plan de mantenimiento preventivo).

### G- O1- X- O2



G: Grupo (Empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L)

O1: Rentabilidad de la Empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L.  
Antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

O2: Rentabilidad de la Empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L.  
Después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

X: Plan de mantenimiento preventivo

## 2.3 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

### 2.3.1 Identificación con variables

**Variable Independiente;** Cuantitativa: El plan de mantenimiento preventivo es el conjunto de trabajos de mantenimiento programado que se realizan a un equipo o máquina, esto para cumplir con la fiabilidad, disponibilidad, coste, que tiene como función final maximizar la vida útil de los equipos. (GARCÍA, 2013).

**Variable Dependiente;** Cuantitativa: Rentabilidad, es la medida del rendimiento que en un periodo dado genera capitales que son usados en el mismo. Comparando la renta generada y los medios usados para alcanzarla. (SÁNCHEZ, 2002).



### **2.3.2 Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Plan de Mantenimiento Preventivo	El plan de mantenimiento preventivo es el conjunto de trabajos de mantenimiento programado que se realizan a un equipo o máquina, esto para cumplir con la confiabilidad, disponibilidad, coste, que tiene como función final maximizar la vida útil de los equipos. (GARCÍA, 2013).	El plan de mantenimiento Preventivo se medirá por Indicadores de mantenimiento.		Cuantitativa
		Criticidad	Criticidad= frecuencia de falla * consecuencia.	
		-Disponibilidad	$Do = \text{MTTF} / (\text{MTTF} + \text{MTTR})$ .	
		-Confiabilidad	$Co = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$	
		Mantenibilidad	$\text{MTTR} = \sum \text{TRR} / \sum F$	
Rentabilidad	Medida del rendimiento que en un periodo dado genera capitales que son usados en el mismo. Comparando la renta generada y los medios usados para alcanzarla. (SÁNCHEZ, 2002).	Ratios de rentabilidad		Cuantitativa
		ROA (Retorno sobre activos)	ROA= Utilidad después de impuestos/Activos totales	
		ROE (Retorno sobre patrimonio)	ROE= Utilidad después de impuestos/patrimonio	
		ROI (Retorno sobre inversión)	ROI = Utilidad antes de impuestos/Activos totales	

## **2.4 POBLACIÓN, MUESTRA**

La **población** estuvo constituida por las 20 unidades móviles con las que cuenta la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, en el año 2018. La **muestra** está constituida por las 5 unidades críticas, siendo su **unidad de análisis** los buses de la empresa.

## **2.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

Para desarrollar cada uno de los objetivos planteados se hizo uso de las siguientes técnicas y herramientas.

Para evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa, se empleó como técnicas la entrevista y la encuesta, siendo sus instrumentos la guía de entrevista y el cuestionario de encuesta respectivamente; las cuales fueron validadas por el juicio de expertos. Los resultados fueron procesados en una hoja de Excel. (Ver anexo 01-02-03)

Para la identificación de las unidades y/o partes o repuestos críticos en las máquinas se hizo uso de la técnica del análisis de información, se usa como instrumento el indicador de criticidad. (Ver Figura 22)

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo para las unidades móviles de la empresa estuvo basada en el AMEF, mediante hojas de información y de decisión. (Ver anexo de tablas 42-43)

Para implementar y monitorear el plan de mantenimiento preventivo, se empleó la técnica de análisis de información, los instrumentos a usar son los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

Para determinar los resultados de la implementación del plan de mantenimiento preventivo generados en la rentabilidad de la empresa, se recurrió a la técnica de análisis de información, los instrumentos a usar son los estados financieros, reportes de base de datos internos de la empresa.

## **2.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

A nivel descriptivo los datos obtenidos de las encuestas sobre la situación de la empresa en materia de mantenimiento fueron analizados a través del programa de Microsoft Excel y representados en diagrama circulares y de barras.

A nivel inferencial, para probar la hipótesis y por ser un estudio pre-experimental, y al tener una variable dependiente cuantitativa se realizó aplicando prueba de Shapiro Wilk y por ser datos menores a 50; ya que fueron 4 datos analizados, que corresponden a los costos por reparación, el resultado determinó que presentaban un comportamiento normal, por lo que luego se aplicó la prueba paramétrica, T-student.

## **2.7 ASPECTOS ÉTICOS**

En la presente investigación, el investigador se compromete a respetar la propiedad intelectual, la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos otorgados por la empresa y la identidad de los individuos que participan en el estudio.

# **III. RESULTADOS**

### 3.1 Evaluación de las condiciones actuales del mantenimiento

En primer lugar, se determina las condiciones actuales de la empresa en materia de mantenimiento, para ello, se hizo uso de la entrevista y de la encuesta; que fue aplicada al gerente de la empresa y a los trabajadores, respectivamente. El cuestionario de las preguntas está referido en el anexo 01.

CUESTIONARIO DE ENTREVISTA	RESPUESTAS:
	Gerente Emilio Cerna
1. ¿Cuál es el año de fabricación que tienen los buses?	El año de fabricación está entre 1995-2005.
2. ¿Existen registros históricos de averías o daños de las unidades?	Sí existen, algunos.
3. ¿Con qué frecuencia presentan fallas mecánicas los buses?	Algunos presentan fallas mensualmente y otros trimestralmente.
4. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes de los buses?	Fallan mayormente en el sistema de frenos y el motor.
5. ¿Se realizan tareas aisladas de mantenimiento preventivo para la conservación de las unidades?	No, pero sería lo ideal.
6. ¿Existe un plan de mantenimiento en la empresa?	No, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento.
7. ¿Las reparaciones son tercerizadas y las realizan especialistas?	Sí, las realizan especialistas en mantenimiento.
8. ¿La empresa cuenta con stock de repuestos?	La empresa cuenta con un reducido número de repuestos.

9. ¿La empresa cuenta con personal calificado para realizar tareas de mantenimiento?	Sí, cuenta con personal calificado para realizar las tareas de mantenimiento.
10. ¿La empresa capacita a sus trabajadores en materia de mantenimiento?	Al momento de ingresar a la empresa se realiza una inducción.
11. ¿La empresa capacita a sus conductores para el buen uso de los buses?	Algunas veces, se les brinda charlas.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se realizó una encuesta a los conductores de la empresa Emicer EIRL. A continuación, se muestran los resultados. El cuestionario de la encuesta está referido en el Anexo 02.

1. ¿Recibe Ud. capacitaciones sobre mantenimiento mecánico?



Figura 1: Capacitaciones sobre mantenimiento

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: Del total de encuestados, 60% de los conductores respondieron que sí reciben capacitación sobre mantenimiento y el 40% conductores no recibieron capacitaciones sobre mantenimiento mecánico.

2. ¿Con qué frecuencia la empresa brinda capacitación sobre mantenimiento mecánico?

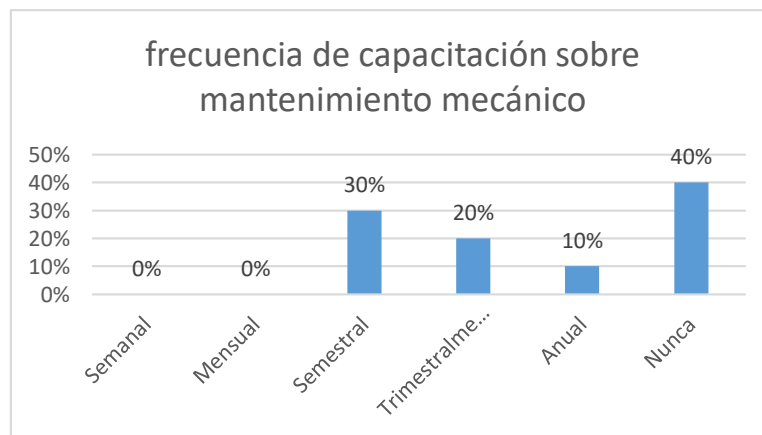


Figura 2: Frecuencia de capacitación sobre mantenimiento mecánico

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L



Interpretación: En la figura 2, se muestra que el 30% de las capacitaciones fueron semestrales, el 20% trimestral y el 10% se hicieron de manera anual.

3. ¿Realiza actividades de mantenimiento preventivo antes de salir a trabajar?

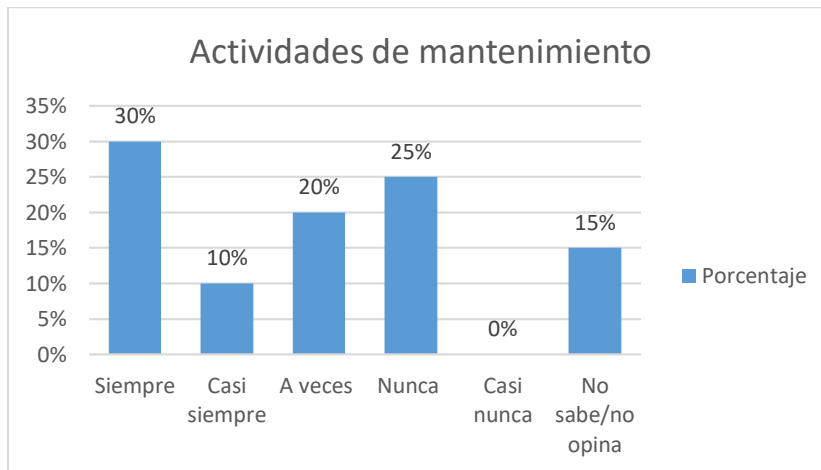


Figura 3: Actividades de mantenimiento

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: La figura 3, muestra que el 30% de los conductores siempre realizan actividades de mantenimiento preventivo antes de salir a trabajar, mientras que 20% a veces lo hacen y 25% nunca lo realizan.

4. ¿Quién realiza las capacitaciones de mantenimiento mecánico?

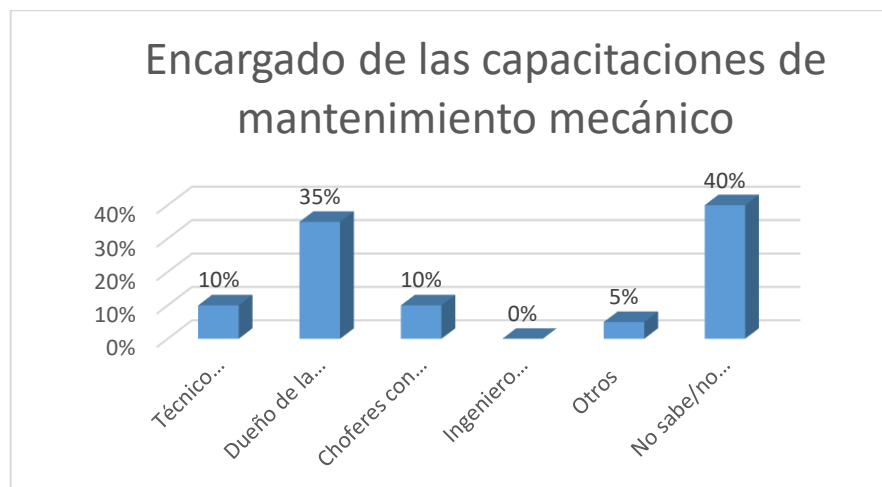


Figura 4: Encargado de las capacitaciones de mantenimiento mecánico

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 4, se observa que el 35% de las capacitaciones recibidas fueron hechas por el dueño de la empresa, 10% por técnicos mecánicos al igual que por choferes con experiencia.

5. ¿Con qué frecuencia fallan los buses?

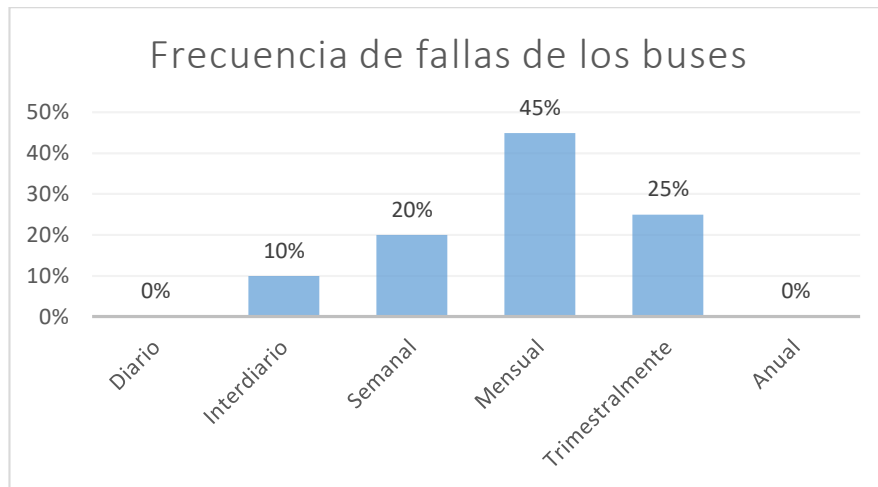


Figura 5: Frecuencia de fallas de los buses

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 5, se muestra que el 45% de las fallas se presenta de manera mensual, siendo 9 el número de éstas, seguido por un 25% de manera trimestral que son 5 y en menor cantidad un 10% las fallas inter diarias.

6. ¿Cuál es la falla más frecuente que presentan los buses?

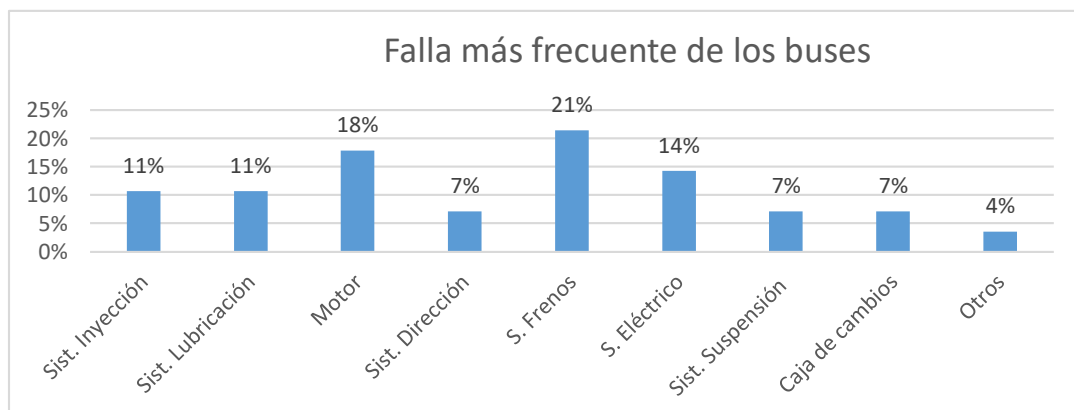


Figura 6: Falla más frecuente de los buses

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 6, se observa que el 21% de las fallas más frecuentes se encuentran en el sistema de frenos, seguido por el 18% que es el motor y un 14% el sistema eléctrico.

7. ¿Cuánto tiempo aproximadamente demora la reparación de la falla?

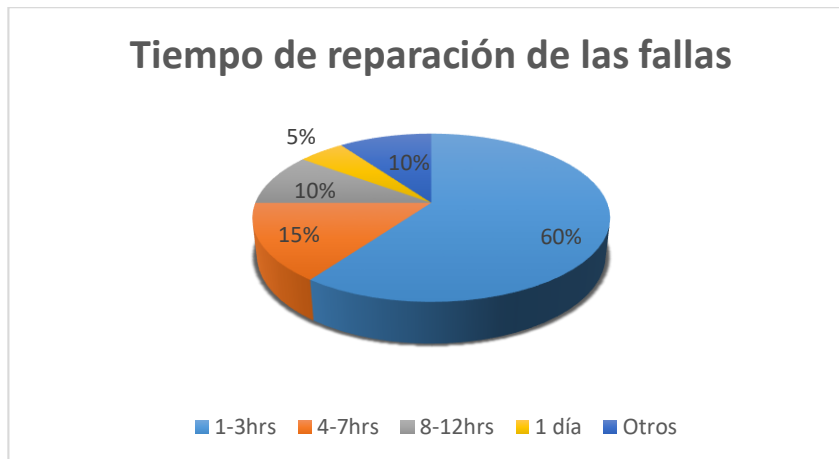


Figura 7: Tiempo de reparación de las fallas

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 7 se observa que el 60% de las reparaciones de fallas tardan mayormente entre 1-3 horas, el 15% tardan entre 4-7 horas y en menor proporción tardan 1 día.

8. En caso de fallas. ¿Podría determinar de forma precisa cuál es la falla en el bus?

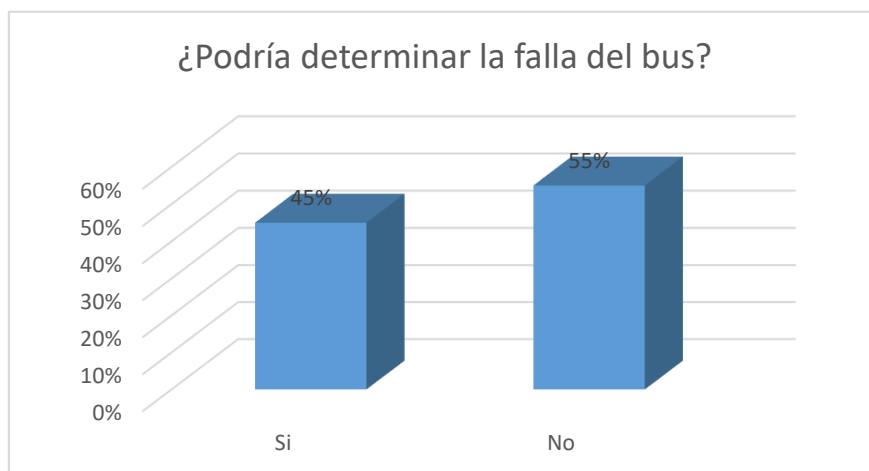


Figura 8: ¿Podría determinar la falla del bus?

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 8, se observa que el 55% de los encuestados respondieron que son capaces de determinar de forma precisa la falla del bus, mientras que 45% no pueden hacerlo.

9. Cuando detecta una falla:  
¿Qué hace?

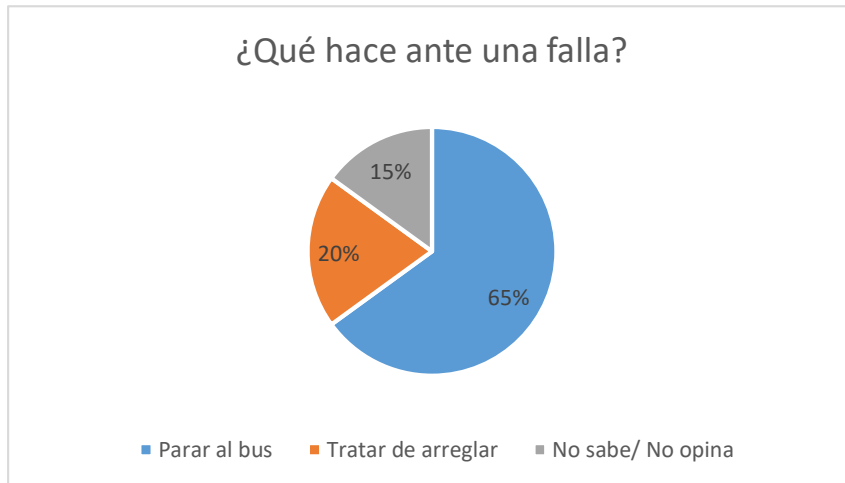


Figura 9: Acciones ante la falla

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 9, se aprecia que el 65% de los encuestados ante una falla para el bus, el 20% tratan de arreglarlo y el 15% no saben o no opinan.

¿A quién avisan?



Figura 10: Reporte de falla

Fuente: Empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L

Interpretación: En la figura 10, se observa que 90% de los encuestados ante una falla del bus avisan al dueño y el 10% recurren al mecánico.

### 3.1.1 Generalidades de la empresa

Ubicación

Avenida Alan García N° 727

La Libertad, Virú, Chao.

Ruc: 20600479289

Gerente General: Cerna Mora Pedro

Teléfono: 243851

La empresa de transportes & Turismo Emicer E.I.R.L inició sus actividades económicas el 07 de setiembre del 2015. Tiene por actividad principal el servicio de transporte urbano y suburbano de pasajeros por vía terrestre.

La empresa cuenta con 20 buses de las marcas Volvo, Mercedes, Nissan.

Localización



### 3.2 Identificar mediante el indicador de criticidad, las unidades críticas de la empresa.

#### Datos de los buses de la empresa

En la tabla 01 se muestran los datos de la empresa Emicer, la marca, año de fabricación y el número de fallas al año, periodo 2017.

Tabla 1: Datos de la empresa

PLACA BUS	MARCA	AÑO DE FABRICACIÓN	N° DE FALLAS/AÑO
A3T-125	Nissan	1995	20
B2H-236	Volvo	1998	18
R2N-154	Mercedes Benz	1998	15
D4T-375	Mercedes Benz	1995	19
B1N-659	Nissan	1998	12
B3-F-252	Mercedes Benz	2000	8
J5U-541	Volvo	1996	18
N1L-102	Mercedes Benz	1997	12
M1J-956	Volvo	1997	10
H2F-253	Mercedes Benz	2000	9
W1R-174	Mercedes Benz	1997	16
M3J-690	Volvo	1997	14
H2V-551	Volvo	2001	8
F0B-142	Nissan	1998	8
S0B-164	Mercedes Benz	2002	7
R5G-326	Mercedes Benz	2005	6
Q1G-690	Nissan	2003	5
T1Y-694	Mercedes Benz	2000	6
T3X-635	Volvo	2004	6
T3X-954	Mercedes Benz	2002	7

Fuente: La empresa de Transportes y Turismo Emicer

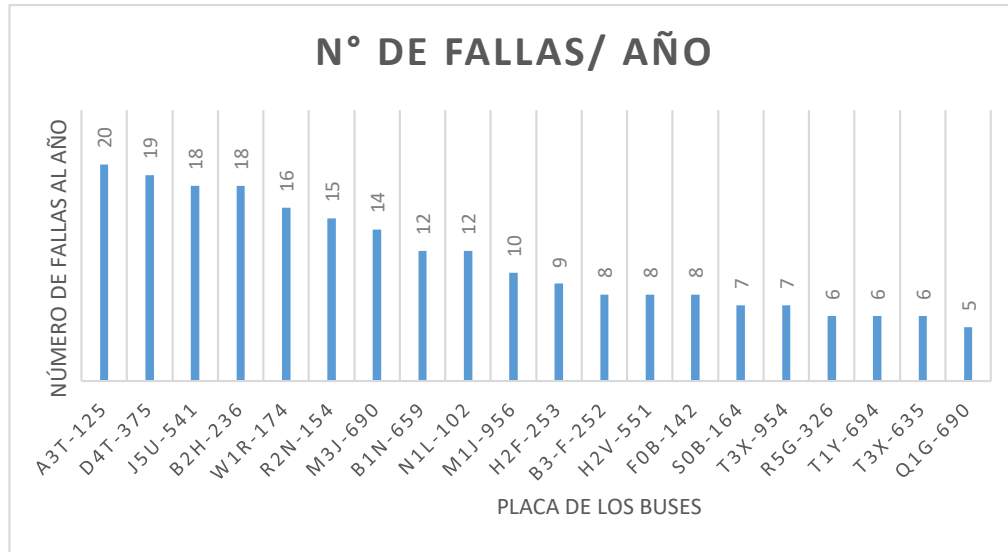


Figura 11: Número de fallas por año

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Dado que en los 10 primeros buses se encuentran la mayor cantidad de fallas se procede a trabajar con ellos.

Tabla 2: Tiempos de operación y cantidad de fallas de los buses.

PLACA BUS	TIEMPO PARA REPARAR	TIEMPO ENTRE FALLA	N° DE FALLAS/ AÑO
A3T-125	190	260	20
D4T-375	150	220	19
J5U-541	132	210	18
B2H-236	125	142	18
W1R-174	115	137	16
R2N-154	95	122	15
M3J-690	92	104	14
B1N-659	84	92	12
N1L-102	82	90	12
M1J-956	75	70	10
TOTAL	1140	1447	154

Fuente: La empresa de Transportes y Turismo Emicer

Con la información obtenida se procede a analizar cada bus

### 3.2.1 BUS A3T-125

Tabla 3: Fallas del bus A3T-125.

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Líquido de frenos en mal estado	3	12	S/. 270.00
Neumáticos de vehículo desalineado	2	5	S/. 230.00
Falla en retenes	2	10	S/. 260.00
Rotura del filtro de aire	2	20	S/. 640.00
Rotura de fajas de distribución	1	45	S/. 2,150.00
Junta de culata en mal estado	2	14	S/. 3,800.00
Rotura de terminales de la batería	1	13	S/. 40.00
Pastillas de frenos desgastadas	4	22	S/. 200.00
Averías en el compresor de aire	2	32	S/. 840.00
Filtro de combustible en mal estado	1	17	S/. 90.00
TOTAL	20	190	S/. 8,520.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 190 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 260 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{190 \text{ h}}{20} = 9.50 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{260 \text{ h}}{20} = 13 \text{ horas}$$



- Disponibilidad mecánica:

$$D(t) = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D(t) = \frac{13 \text{ horas}}{(13 + 9.50) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5778 = 57.78\%$$

- Confiabilidad operacional:

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ Tiempo total para producir

$$t = \sum TPR + \sum TEF$$

$$t = 190 \text{ hrs} + 260 \text{ hrs}$$

$$t = 450 \text{ hrs}$$

- ✓ Tasa de Fallas

$$\lambda = \frac{1}{TPEF}$$

$$\lambda = \frac{1}{13 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.07692 \text{ fallas/horas de operación}$$

Reemplazando:

$$C(t) = e^{\frac{-0.07692 * 450}{100}}$$

$$C(t) = 0.7074 = 70.74\%$$

- Mantenibilidad:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ Tasa de Reparaciones

$$\mu = \frac{1}{TPPR}$$

$$\mu = \frac{1}{9.50}$$

$$\mu = 0.10526 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

Reemplazando:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.10526 * 1462}{100}}$$

$$M(t) = 0.3773 = 37.73\%$$

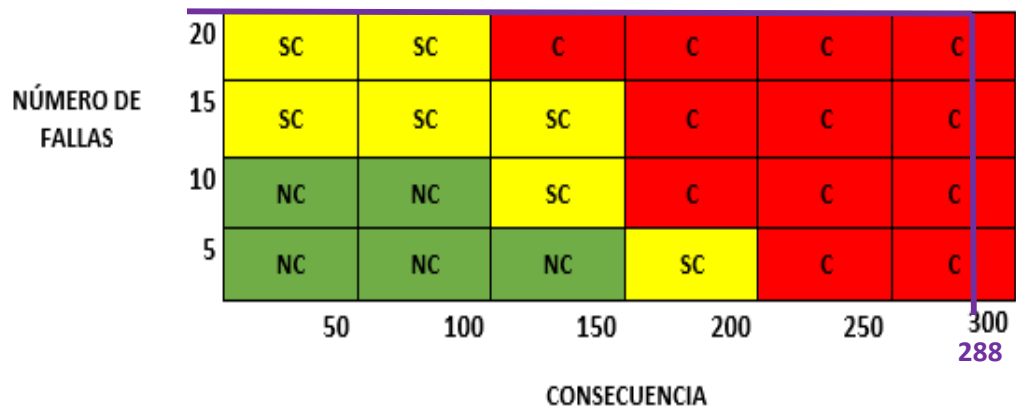
## Análisis de criticidad

Tabla 4: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus A3T-125

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS A3T-125
Frecuencia de fallas	3
Impacto operacional	9
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	4
CONSECUENCIA	288
VALOR CRÍTICO	864
TIPO DE CRITICIDAD	CRITICO

Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Matriz de criticidad del bus A3T-125



En la figura 12, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus A3T-125 ES crítico.

### 3.2.2 Bus D4T-375

Tabla 5: Fallas del Bus D4T-375

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Líquido de frenos en mal estado	3	12	S/. 270.00
Amortiguadores en mal estado	1	15	S/. 520.00
Desgaste de bujes	2	14	S/. 200.00
Falla en retenes	2	20	S/. 260.00
Falla en el radiador	1	12	S/. 150.00
Desgaste de piezas mecánicas de dirección	2	15	S/. 300.00
Pastillas de frenos desgastadas	4	22	S/. 200.00
Averías en el compresor de aire	3	28	S/. 1,260.00
Dificultad en el arranque del motor	1	12	S/. 20.00
TOTAL	19	150	S/. 3,180.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 150 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 220 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{150 \text{ h}}{19} = 7.89 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{220 \text{ h}}{19} = 11.58 \text{ horas}$$

- Disponibilidad mecánica:

$$D(t) = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D(t) = \frac{11.58 \text{ horas}}{(11.58 + 7.89) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5946 = 59.46\%$$

- Confiabilidad operacional:

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ Tiempo total para producir

$$t = \sum TPR + \sum TEF$$

$$t = 150 \text{ hrs} + 220 \text{ hrs}$$

$$t = 370 \text{ hrs}$$

- ✓ Tasa de Fallas

$$\lambda = \frac{1}{TPEF}$$

$$\lambda = \frac{1}{11.58 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.08636 \text{ fallas/horas de operación}$$

Reemplazando:

$$C(t) = e^{\frac{-0.08636 * 370}{100}}$$

$$C(t) = 0.7265 = 72.65\%$$

- Mantenibilidad:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ Tasa de Reparaciones

$$\mu = \frac{1}{TPPR}$$

$$\mu = \frac{1}{7.89}$$

$$\mu = 0.12667 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

Reemplazando:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.12667 * 370}{100}}$$

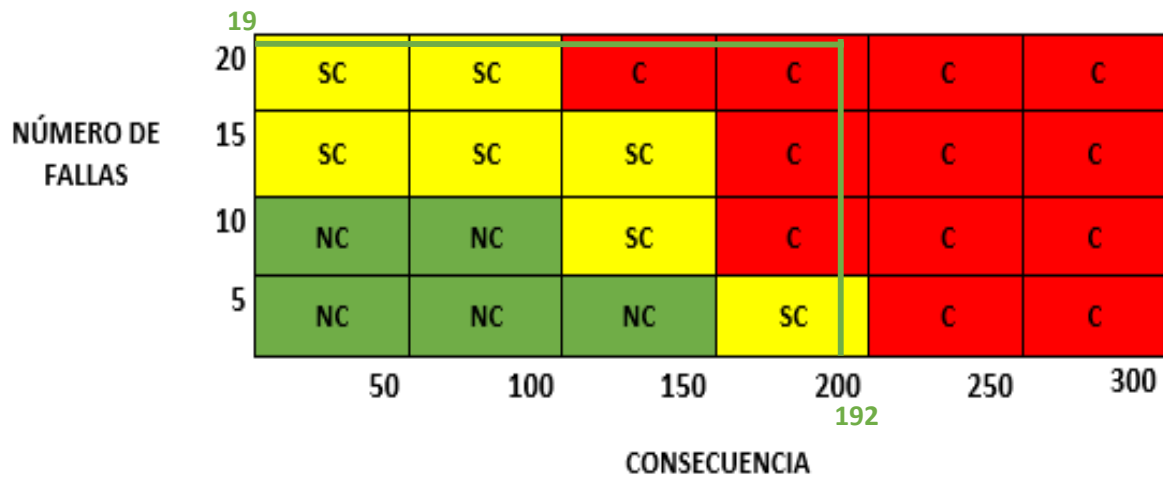
$$M(t) = 0.3742 = 37.42\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 6: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus D4T-375

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS D4T-375
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	8
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	192
VALOR CRÍTICO	384
TIPO DE CRITICIDAD	CRITICO

Figura 13: Matriz de criticidad del bus D4T-375



En la figura 13, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus D4T-375 es crítico.

### 3.2.3 BUS J5U-541

Tabla 7: Fallas del Bus J5U-541

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Desgaste de bujes	2	9	S/. 200.00
Válvulas de motor en mal estado	2	15	S/. 360.00
Rotura de correa del alternador	1	8	S/. 490.00
Desgaste de pastillas de frenos	2	20	S/. 100.00
Desgaste del disco del embrague	2	16	S/. 4,460.00
Falla en el radiador	2	12	S/. 300.00
Rodamientos de ruedas desgastadas	2	15	S/. 90.00
Fallas en el sistema de inyección	2	22	S/. 11,600.00
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	3	15	S/. 450.00
TOTAL	18	132	S/. 18,050.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 132 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 210 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{132 \text{ h}}{18} = 7.33 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{210 \text{ h}}{18} = 11.67 \text{ horas}$$

- **Disponibilidad mecánica:**

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{11.67 \text{ horas}}{(11.67 + 7.33) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.6140 = 61.40\%$$

- **Confiabilidad operacional:**

$$C(t) = e^{-\lambda * t}$$

- ✓ **Tiempo total para producir**

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 132 \text{ hrs} + 210 \text{ hrs}$$

$$t = 342 \text{ hrs}$$

- ✓ **Tasa de Fallas**

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{11.67 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.08571 \text{ fallas/horas de operación}$$

**Reemplazando:**

$$C(t) = e^{-\frac{0.08571 * 342}{100}}$$

$$C(t) = 74.59\%$$

- **Mantenibilidad:**

$$M(t) = 1 - e^{-\frac{\mu * t}{100}}$$

- ✓ **Tasa de Reparaciones**

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{7.33}$$

$$\mu = 0.13636 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

**Reemplazando:**

$$M(t) = 1 - e^{-\frac{0.13636 * 342}{100}}$$

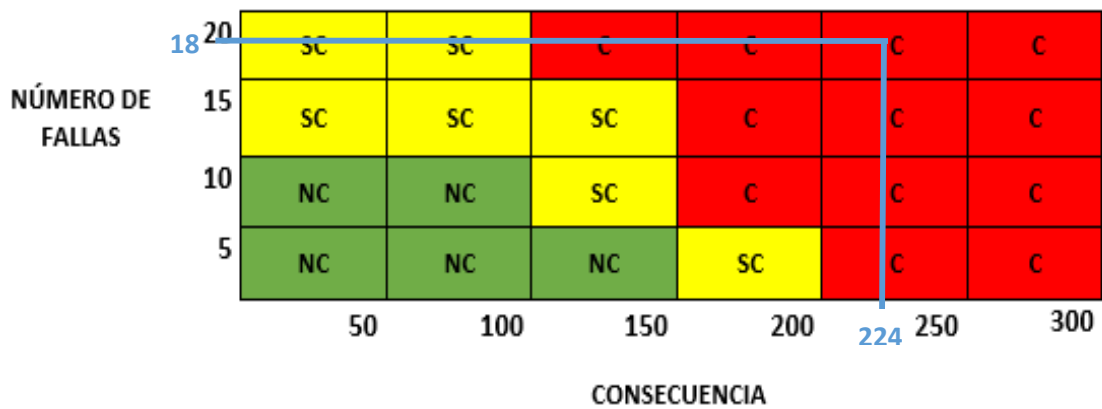
$$M(t) = 0.3727 = 37.27\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 8: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus J5U-541

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS J5U-541
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	4
CONSECUENCIA	224
VALOR CRÍTICO	448
TIPO DE CRITICIDAD	CRITICO

Figura 14: Matriz de criticidad del bus J5U-541



En la figura 14, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus J5U-541 es crítico.



### 3.2.4 BUS B2H-236

Tabla 9: Fallas del Bus B2H-236

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Grietas en el buje de goma de la barra central	2	17	S/. 240.00
Rotura de terminales de la batería	2	10	S/. 80.00
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	1	9	S/. 150.00
Rotura de correa del alternador	1	11	S/. 490.00
Desgaste de pastillas de frenos	3	13	S/. 150.00
Desgaste de la cara del embrague	2	19	S/. 4,460.00
Rodamientos de ruedas desgastadas	2	15	S/. 90.00
Neumáticos de vehículo desalineado	2	18	S/. 230.00
Filtro de combustible en mal estado	3	13	S/. 270.00
TOTAL	18	125	S/. 6,160.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 125 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 142 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{125 \text{ h}}{18} = 6.94 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{142 \text{ h}}{18} = 7.89 \text{ horas}$$

- **Disponibilidad mecánica:**

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{7.89 \text{ horas}}{(7.89 + 6.94) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5318 = 53.18\%$$

- **Confiabilidad operacional:**

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ **Tiempo total para producir**

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 125 \text{ hrs} + 142 \text{ hrs}$$

$$t = 267 \text{ hrs}$$

- ✓ **Tasa de Fallas**

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{7.89 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.12676 \text{ fallas/horas de operación}$$

**Reemplazando:**

$$C(t) = e^{\frac{-0.12676 * 267}{100}}$$

$$C(t) = 71.29\%$$

- **Mantenibilidad:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ **Tasa de Reparaciones**

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{6.94}$$

$$\mu = 0.14400 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

**Reemplazando:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.14400 * 267}{100}}$$

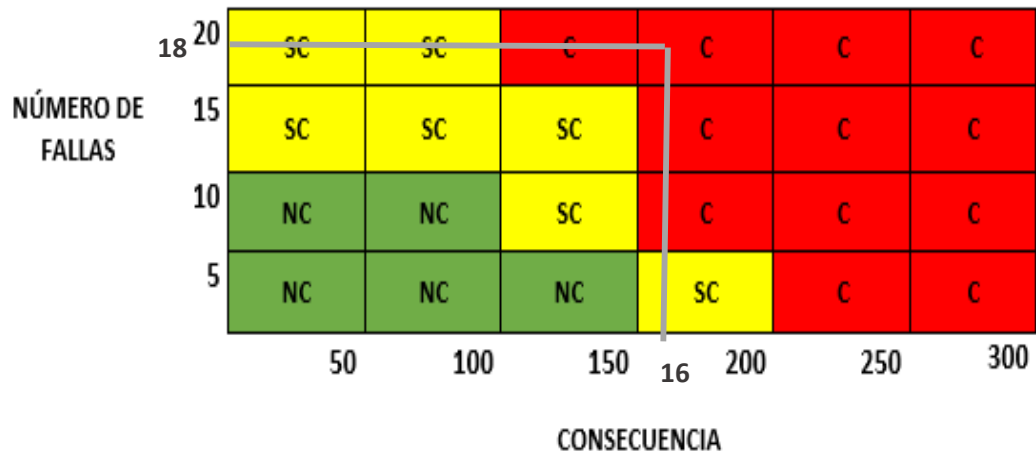
$$M(t) = 0.3192 = 31.92\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 10: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus B2H-236

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS B2H-236
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	168
VALOR CRÍTICO	336
TIPO DE CRITICIDAD	CRITICO

Figura 15: Matriz de criticidad del bus B2H-236



En la figura 15, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus B2H-236 es crítico.

### 3.2.5 BUS W1R-174

Tabla 11: Fallas del Bus B2H-236

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Fugas en el líquido de dirección	2	12	S/. 120.00
Rotura de la correa del alternador	2	13	S/. 980.00
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	1	10	S/. 150.00
Aire en el sistema de dirección hidráulica	1	10	S/. 120.00
Desgaste de pastillas de frenos	2	13	S/. 100.00
Desgaste de la cara del embrague	2	16	S/. 4,460.00
Rotura del filtro de aire	1	12	S/. 320.00
Rodamientos de ruedas desgastadas	2	16	S/. 90.00
Bujía roto	3	13	S/. 120.00
TOTAL	16	115	S/. 6,460.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 115 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 137 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{115 \text{ h}}{16} = 7.19 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{137 \text{ h}}{16} = 8.56 \text{ horas}$$

- **Disponibilidad mecánica:**

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{8.56 \text{ horas}}{(8.56 + 7.19) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5437 = 54.37\%$$

- **Confiabilidad operacional:**

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ **Tiempo total para producir**

$$t = \sum TPR + \sum TEF$$

$$t = 115 \text{ hrs} + 137 \text{ hrs}$$

$$t = 252 \text{ hrs}$$

- ✓ **Tasa de Fallas**

$$\lambda = \frac{1}{TPEF}$$

$$\lambda = \frac{1}{8.56 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.11679 \text{ fallas/horas de operación}$$

**Reemplazando:**

$$C(t) = e^{\frac{-0.11679 * 252}{100}}$$

$$C(t) = 0.7450 = 74.50\%$$

- **Mantenibilidad:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ **Tasa de Reparaciones**

$$\mu = \frac{1}{TPPR}$$

$$\mu = \frac{1}{7.19}$$

$$\mu = 0.13908 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

**Reemplazando:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.13908 * 252}{100}}$$

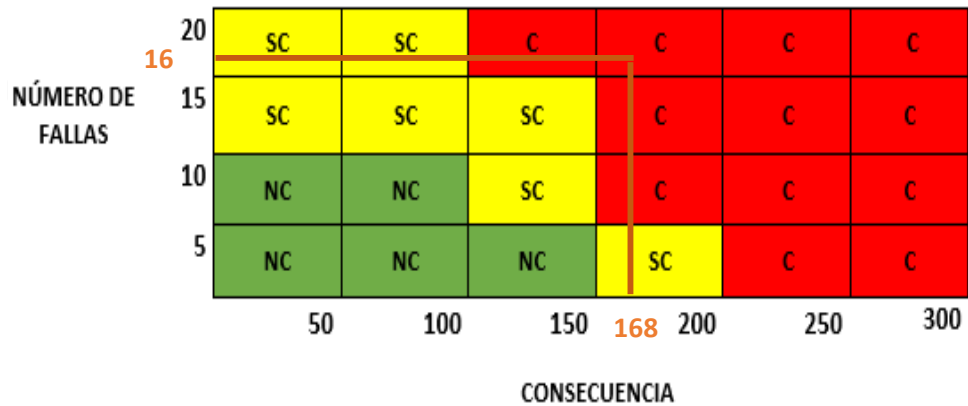
$$M(t) = 0.2957 = 29.57\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 12: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus W1R-174

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS W1R-174
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	168
VALOR CRÍTICO	336
<b>TIPO DE CRITICIDAD</b>	<b>CRITICO</b>

Figura 16: Matriz de criticidad del bus W1R-174



En la figura 16, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus W1R-174 es crítico.

### 3.2.6 BUS R2N-154

Tabla 13: Fallas del Bus R2N-154

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Falla en retenes	3	8	S/. 390.00
Rotura de fajas de distribución	2	16	S/. 4,300.00
Caja de dirección mal alineada	2	12	S/. 640.00
Pastillas de frenos desgastadas	3	22	S/. 150.00
Rotura del filtro del combustible	1	3	S/. 80.00
Averías en el compresor de aire	2	19	S/. 840.00
Filtro de combustible en mal estado	2	15	S/. 180.00
TOTAL	15	95	S/. 6,580.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 95 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 122 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{95 \text{ h}}{15} = 6.33 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{122 \text{ h}}{16} = 8.13 \text{ horas}$$

- **Disponibilidad mecánica:**

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{8.13 \text{ horas}}{(8.13 + 6.33) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5622 = 56.22\%$$

- **Confiabilidad operacional:**

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ **Tiempo total para producir**

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 95 \text{ hrs} + 122 \text{ hrs}$$

$$t = 217 \text{ hrs}$$

- ✓ **Tasa de Fallas**

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{8.13 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.12295 \text{ fallas/horas de operación}$$

**Reemplazando:**

$$C(t) = e^{\frac{-0.12295 * 217}{100}}$$

$$C(t) = 0.7658 = 76.58\%$$

- **Mantenibilidad:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ **Tasa de Reparaciones**

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{6.33}$$

$$\mu = 0.15789 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

**Reemplazando:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.15789 * 217}{100}}$$

$$M(t) = 0.2901 = 29.01\%$$

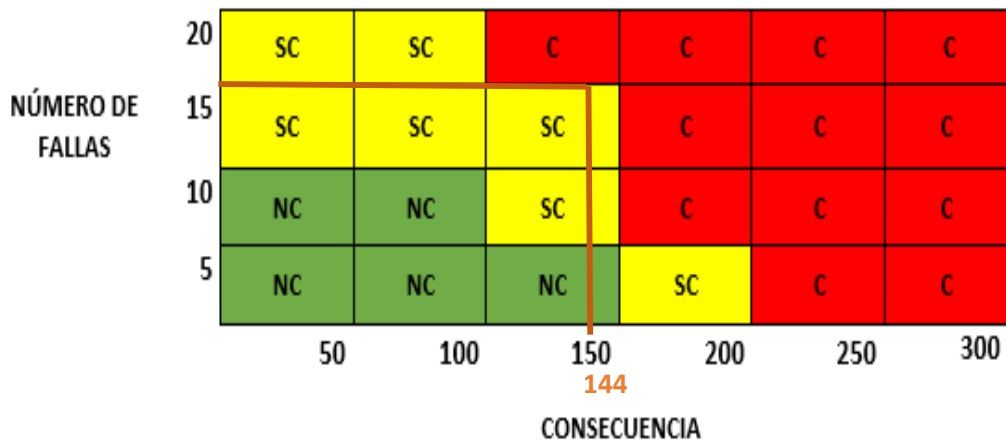


## Análisis de criticidad

Tabla 14: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus R2N-154

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS R2N-154
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	6
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	144
VALOR CRÍTICO	288
<b>TIPO DE CRITICIDAD</b>	<b>SEMI CRITICO</b>

Figura 17: Matriz de criticidad del bus R2N-154



En la figura 17, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus R2N-154 es Semi crítico.

### 3.2.7 BUS M3J-690

Tabla 15: Fallas del Bus M3J-690

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Líquido de frenos en mal estado	1	12	S/. 90.00
Rotura de terminales de la batería	2	9	S/. 80.00
Desgaste de bujes	2	12	S/. 200.00
Rotura de correa del alternador	1	3	S/. 490.00
Falla en el radiador	1	12	S/. 150.00
Pastillas de frenos desgastadas	3	17	S/. 150.00
Averías en el compresor de aire	3	15	S/. 1,260.00
Daños en el anillo dentado de la rueda	1	12	S/. 50.00
TOTAL	14	92	S/. 2,470.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 92 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 104 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{92 \text{ h}}{14} = 6.57 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{104 \text{ h}}{14} = 7.43 \text{ horas}$$

- **Disponibilidad mecánica:**

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{7.43 \text{ horas}}{(7.43 + 6.57) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5306 = 53.06\%$$

- **Confiabilidad operacional:**

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda \cdot t}{100}}$$

- ✓ **Tiempo total para producir**

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 92 \text{ hrs} + 104 \text{ hrs} \\ 196 \text{ hrs}$$

- ✓ **Tasa de Fallas**

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{7.43 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.13462 \text{ fallas/horas de operación}$$

**Reemplazando:**

$$C(t) = e^{\frac{-0.13462 \cdot 196}{100}}$$

$$C(t) = 0.7681 = 76.81\%$$

- **Mantenibilidad:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu \cdot t}{100}}$$

- ✓ **Tasa de Reparaciones**

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{6.57}$$

$$\mu = 0.15217 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

**Reemplazando:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.15217 \cdot 342}{100}}$$

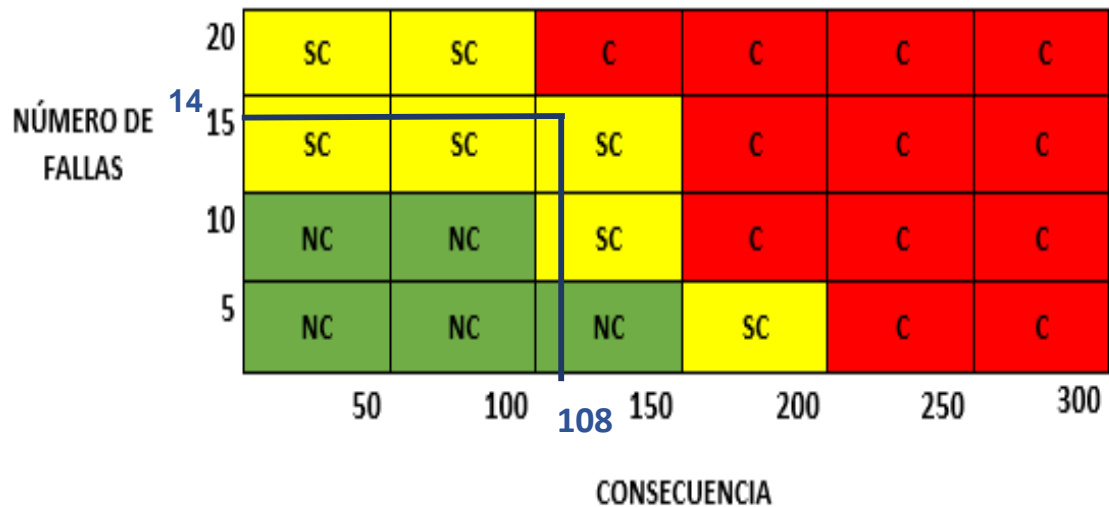
$$M(t) = 0.2579 = 25.79\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 16: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus M3J-690

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS M3J-690
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	6
Flexibilidad operacional	3
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	108
VALOR CRÍTICO	216
<b>TIPO DE CRITICIDAD</b>	<b>SEMI CRITICO</b>

Figura 18: Matriz de criticidad del bus M3J-690



En la figura 18, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus M3J-690 es Semi crítico.

### 3.2.8 BUS B1N-659

Tabla 17: Fallas del Bus B1N-659

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Desgaste de bujes	2	8	S/. 200.00
Rotura de correa del alternador	1	9	S/. 490.00
Desgaste de pastillas de frenos	1	13	S/. 50.00
Desgaste de la cara del embrague	2	17	S/. 4,460.00
Rodamientos de ruedas desgastadas	1	12	S/. 45.00
Fugas en el líquido de dirección	2	10	S/. 120.00
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	3	15	S/. 450.00
TOTAL	12	84	S/. 5,815.00

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos del mantenimiento:**

- ✓ **Tiempo para Reparar**

$$\sum \text{TPR} = 84 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo entre Fallas**

$$\sum \text{TEF} = 92 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio para Reparar**

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{84 \text{ h}}{12} = 7.00 \text{ horas}$$

- ✓ **Tiempo Promedio entre Fallas**

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{92 \text{ h}}{12} = 7.67 \text{ horas}$$

- **Disponibilidad mecánica:**

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{7.67 \text{ horas}}{(7.67 + 7) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5227 = 52.27\%$$

- **Confiabilidad operacional:**

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ **Tiempo total para producir**

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 84 \text{ hrs} + 92 \text{ hrs}$$

$$t = 176 \text{ hrs}$$

- ✓ **Tasa de Fallas**

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{7.67 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.13043 \text{ fallas/horas de operación}$$

**Reemplazando:**

$$C(t) = e^{\frac{-0.13043 * 176}{100}}$$

$$C(t) = 0.7949 = 79.49\%$$

- **Mantenibilidad:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ **Tasa de Reparaciones**

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{7}$$

$$\mu = 0.14634 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

**Reemplazando:**

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.14634 * 176}{100}}$$

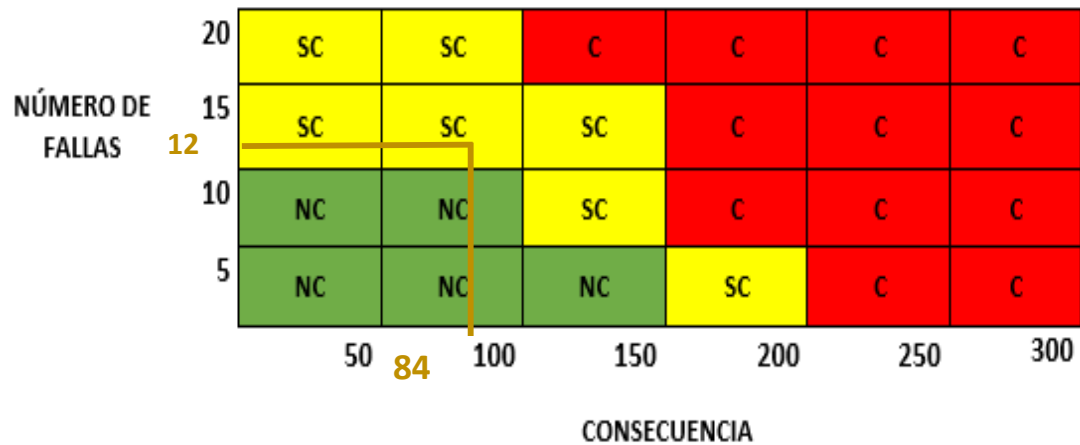
$$M(t) = 0.2223 = 22.23\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 18: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus B1N-659

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS B1N-659
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de mantenimiento	1
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	84
VALOR CRÍTICO	168
<b>TIPO DE CRITICIDAD</b>	<b>SEMI CRITICO</b>

Figura 19: Matriz de criticidad del bus B1N-659



En la figura 19, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus B1N-659 es Semi crítico.

### 3.2.9 BUS N1L-102

Tabla 19: Fallas del Bus N1L-102

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Grietas en el buje de goma de la barra central	2	15	S/. 240.00
Rotura de terminales de la batería	1	8	S/. 40.00
Rotura de la faja de transmisión del motor	1	8	S/. 2,150.00
Desgaste de pastillas de frenos	2	8	S/. 100.00
Desgaste de la cara del embrague	1	15	S/. 2,230.00
Rodamientos de ruedas desgastadas	2	12	S/. 90.00
Neumáticos de vehículo desalineado	1	7	S/. 115.00
Filtro de aire obstruido	2	9	S/. 30.00
TOTAL	12	82	S/. 4,995.00

Fuente: Elaboración propia

- Tiempos del mantenimiento:

- ✓ Tiempo para Reparar

$$\sum \text{TPR} = 82 \text{ horas}$$

- ✓ Tiempo entre Fallas

$$\sum \text{TEF} = 90 \text{ horas}$$

- ✓ Tiempo Promedio para Reparar

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{82 \text{ h}}{12} = 6.83 \text{ horas}$$

- ✓ Tiempo Promedio entre Fallas

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{90 \text{ h}}{12} = 7.50 \text{ horas}$$

- Disponibilidad mecánica:

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{7.50 \text{ horas}}{(7.50 + 6.83) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.5233 = 52.33\%$$



- Confiabilidad operacional:

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

- ✓ Tiempo total para producir

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 82 \text{ hrs} + 90 \text{ hrs}$$

$$t = 172 \text{ hrs}$$

- ✓ Tasa de Fallas

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{7.50 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.13333 \text{ fallas/horas de operación}$$

Reemplazando:

$$C(t) = e^{\frac{-0.13333 * 172}{100}}$$

$$C(t) = 0.7951 = 79.51\%$$

- Mantenibilidad:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

- ✓ Tasa de Reparaciones

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{6.83}$$

$$\mu = 0.14634 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

Reemplazando:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.14634 * 342}{100}}$$

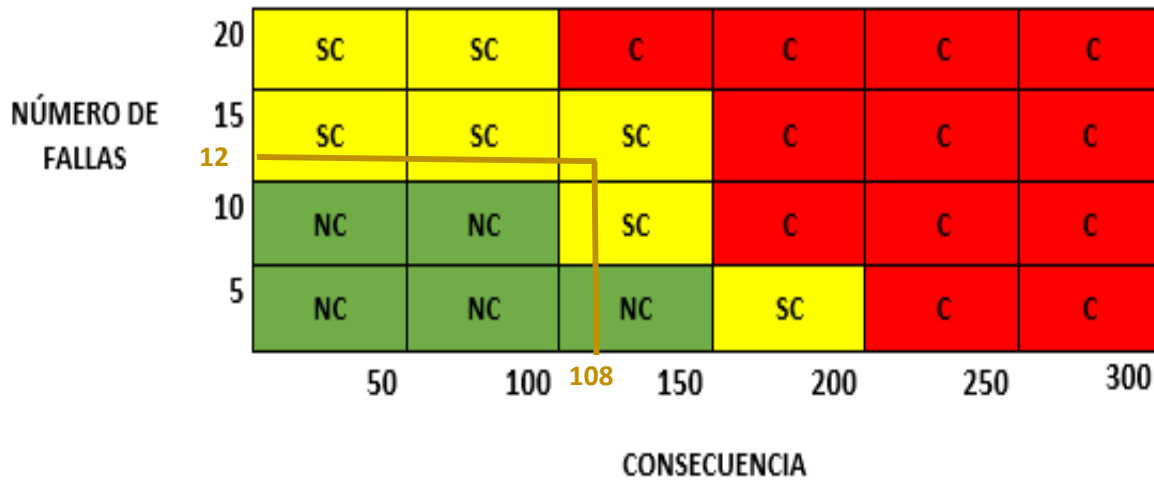
$$M(t) = 0.225 = 22.25\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 20: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus N1L-102

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS N1L-102
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	6
Flexibilidad operacional	3
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	3
CONSECUENCIA	108
VALOR CRÍTICO	216
<b>TIPO DE CRITICIDAD</b>	<b>SEMI CRITICO</b>

Figura 20: Matriz de criticidad del bus N1L-102



En la figura 20, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus N1L-102 es Semi crítico.

### 3.2.10 BUS M1J-956

Tabla 21: Fallas del Bus M1J-956

Descripción de la falla	Frecuencia (Vez/ Año)	TPR (Hrs/Año)	COSTO/FACT.
Fugas en el líquido de dirección	1	12	S/. 60.00
Rotura de la correa del alternador	1	5	S/. 490.00
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	1	10	S/. 150.00
Rotura del filtro de combustible	1	9	S/. 80.00
Desgaste de las zapatas de frenos	3	16	S/. 105.00
Rotura del filtro de aire	2	12	S/. 640.00
Rodamientos de ruedas desgastadas	1	11	S/. 50.00
TOTAL	10	75	S/. 1,575.00

Fuente: Elaboración propia

- Tiempos del mantenimiento:

- ✓ Tiempo para Reparar

$$\sum \text{TPR} = 75 \text{ horas}$$

- ✓ Tiempo entre Fallas

$$\sum \text{TEF} = 70 \text{ horas}$$

- ✓ Tiempo Promedio para Reparar

$$\text{TPPR} = \frac{\sum \text{TPR}}{n}$$

$$\text{TPPR} = \frac{75 \text{ h}}{10} = 7.50 \text{ horas}$$

- ✓ Tiempo Promedio entre Fallas

$$\text{TPEF} = \frac{\sum \text{TEF}}{n}$$

$$\text{TPEF} = \frac{70 \text{ h}}{10} = 7 \text{ horas}$$

- Disponibilidad mecánica:

$$D(t) = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

$$D(t) = \frac{7 \text{ horas}}{(7 + 7.50) \text{ horas}}$$

$$D(t) = 0.4828 = 48.28\%$$

- Confiabilidad operacional:

$$C(t) = e^{\frac{-\lambda * t}{100}}$$

✓ Tiempo total para producir

$$t = \sum \text{TPR} + \sum \text{TEF}$$

$$t = 75 \text{ hrs} + 70 \text{ hrs}$$

$$t = 145 \text{ hrs}$$

✓ Tasa de Fallas

$$\lambda = \frac{1}{\text{TPEF}}$$

$$\lambda = \frac{1}{7 \text{ horas}}$$

$$\lambda = 0.14286 \text{ fallas/horas de operación}$$

Reemplazando:

$$C(t) = e^{\frac{-0.14286 * 145}{100}}$$

$$C(t) = 0.8129 = 81.29\%$$

• Mantenibilidad:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-\mu * t}{100}}$$

✓ Tasa de Reparaciones

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}}$$

$$\mu = \frac{1}{7.50}$$

$$\mu = 0.13333 \text{ reparaciones/horas en falla}$$

Reemplazando:

$$M(t) = 1 - e^{\frac{-0.13333 * 145}{100}}$$

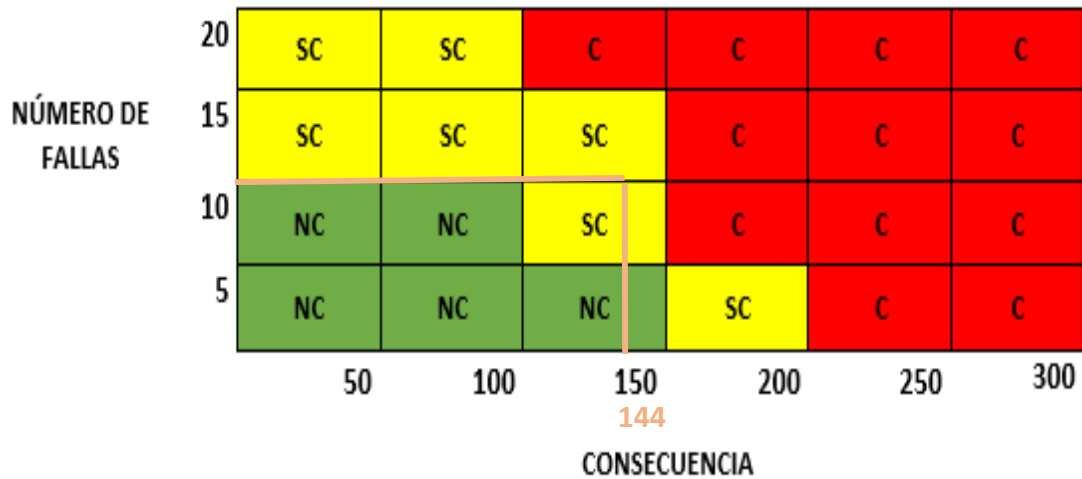
$$M(t) = 0.1758 = 17.58\%$$

## Análisis de criticidad

Tabla 22: Consecuencia, valor crítico y tipo de criticidad del bus M1J-956

PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS	BUS M1J-956
Frecuencia de fallas	2
Impacto operacional	6
Flexibilidad operacional	3
Costos de mantenimiento	2
Impacto de seguridad y medio ambiente	4
CONSECUENCIA	144
VALOR CRÍTICO	288
<b>TIPO DE CRITICIDAD</b>	<b>SEMI CRITICO</b>

Figura 21: Matriz de criticidad del bus M1J-956



En la figura 21, se muestra la clasificación, según el tipo de criticidad. Donde se muestra que el Bus M1J-956 es Semi crítico.

En la tabla 23, se muestran los resultados del análisis de criticidad realizado a los buses de la empresa.

*Tabla 23: Valores críticos de los buses*

BUSES	VALOR CRÍTICO	CLASIFICACIÓN
A3T-125	864	CRÍTICO
D4T-375	384	CRÍTICO
J5U-541	448	CRÍTICO
B2H-236	336	CRÍTICO
W1R-174	336	CRÍTICO
R2N-154	288	SEMI CRÍTICO
M3J-690	216	SEMI CRÍTICO
B1N-659	168	SEMI CRÍTICO
N1L-102	216	SEMI CRÍTICO
M1J-956	288	SEMI CRÍTICO

*Fuente: Elaboración propia*

De este modo las fallas de los buses, se representan en la tabla 24, los cuáles son evaluados mediante la metodología AMEF.

*Tabla 24: Análisis de las fallas críticas de los buses*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE FALLA
F1	Líquido de frenos en mal estado
F2	Neumáticos de vehículo desalineado
F3	Falla en retenes
F4	Rotura del filtro de aire
F5	Rotura de fajas de transmisión
F6	Junta de culata en mal estado
F7	Rotura de terminales de la batería
F8	Averías en el compresor de aire
F9	Filtro de combustible en mal estado
F10	Amortiguadores en mal estado
F11	Desgaste de bujes
F12	Falla en el radiador
F13	Desgaste de piezas mecánicas de dirección
F14	Pastillas de frenos desgastadas
F15	Dificultad en el arranque del motor
F16	Válvulas de motor en mal estado
F17	Rotura de correa del alternador
F18	Desgaste de la cara del embrague
F19	Rodamientos de ruedas desgastadas
F20	Fallas en el sistema de inyección
F21	Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión
F22	Grietas en el buje de goma de la barra central
F23	Fugas en el líquido de dirección
F24	Aire en el sistema de dirección hidráulica
F25	Bujía roto

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3 Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las unidades móviles de la empresa.

Para la elaboración del plan, primero, se desarrollaron los índices de prioridad de riesgo de los buses críticos. Luego se realizó el plan de mantenimiento a través del Análisis de modos y efectos de fallos (AMEF), mediante la elaboración de las hojas de información y hoja de decisiones.

En las siguientes tablas se muestran los índices de prioridad de riesgos de los buses críticos.

*Tabla 25: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus A3T-125*

BUS A3T-125		Índices de riesgos			Resultados	
Ítem	Falla	Gravedad	Ocurrencia	Detección	$NPR = G * O * D$	Clasificación de la falla
1	Líquido de frenos en mal estado	9	6	6	324	Inaceptable
2	Neumáticos de vehículo desalineado	3	6	3	54	Aceptable
3	Rotura de filtro de aire	7	4	5	140	Reducción deseable
4	Rotura de fajas de distribución	7	5	5	175	Reducción deseable
5	Junta de culata en mal estado	9	5	5	225	Inaceptable
6	Rotura de terminales de la batería	4	3	8	96	Aceptable

*Fuente: Elaboración propia*



Tabla 26: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus D4T-375

BUS D4T-375		Índices de riesgos			Resultados	
Ítem	Falla	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR= G*O*D	Clasificación de la falla
1	Falla en retenes	7	6	6	252	Inaceptable
2	Falla en el radiador	8	3	5	120	Aceptable
3	Desgaste de piezas mecánicas de dirección	6	6	4	144	Reducción deseable
4	Dificultad en el arranque del motor	5	3	6	90	Aceptable
5	Amortiguadores en mal estado	8	3	5	120	Aceptable
6	Compresor de aire	7	7	6	294	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus J5U-541

BUS J5U-541		Índices de riesgos			Resultados	
Ítem	Falla	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR= G*O*D	Clasificación de la falla
1	Desgaste de bujes	8	5	5	200	Inaceptable
2	Válvulas de motor en mal estado	8	5	5	200	Inaceptable
3	Rotura de correa del alternador	7	3	6	126	Reducción deseable
4	Rodamientos de ruedas desgastadas	9	5	5	225	Inaceptable
5	Fallas en el sistema de inyección	9	5	5	225	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus W1R-174

BUS W1R-174		Índices de riesgos			Resultados	
Ítem	Falla	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR= G*O*D	Clasificación de la falla
1	Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	8	5	5	200	<b>Inaceptable</b>
2	Fugas de líquido de dirección	7	6	5	210	<b>Inaceptable</b>
3	Aire en el sistema de dirección hidráulica	7	3	5	105	<b>Aceptable</b>
4	Bujía roto	8	7	4	224	<b>Inaceptable</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Análisis del número de prioridad de riesgos del Bus B2H-236

BUS B2H-236		Índices de riesgos			Resultados	
Ítem	Falla	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR= G*O*D	Clasificación de la falla
1	Pastillas de frenos desgastadas	7	7	3	147	<b>Reducción deseable</b>
2	Desgaste de la cara del embrague	8	6	5	240	<b>Inaceptable</b>
3	Grietas en el buje de goma de la barra central	8	4	5	160	<b>Reducción deseable</b>
4	Filtro de combustible en mal estado	7	6	5	210	<b>Inaceptable</b>

Fuente: Elaboración

El plan de mantenimiento preventivo está basado en el análisis de modos y efectos de fallos.

A continuación, se desarrollan las AMEF para cada falla crítica de cada bus crítico, además se muestran las hojas de información y decisiones que son usadas en esta herramienta.

Tabla 30: Hoja de información del bus A3T-125

HOJA DE INFORMACION RCM		BUS A3T-125		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
1	Fluido que permite que la fuerza que se ejerce desde el pedal del freno sea transmitida hasta los cilindros de las ruedas, generando una frenada efectiva.	A Al pisar el pedal de freno se nota esponjoso y aumenta la distancia de parada	1 Líquido de frenos en mal estado	Provoca corrosión y deterioro prematuro de los componentes del freno (bomba del freno, latiguillos, ABS).		
2	Único punto de contacto de tu coche con el suelo, soportar la masa del vehículo, pasajeros y carga	B Neumáticos muestran desajuste	2 Neumáticos de vehículo desalineado	Desgaste irregular en la huella del neumático, provoca desbalanceo y vibraciones en las ruedas.		
3	Filtra el aire que se introduce en el motor, limpiándolo de impurezas, polvo, arena y suciedad.	C Desgaste de palas de la turbina de admisión.	3 Rotura de filtro de aire	Afecta al rendimiento del motor y crece el riesgo de que se produzca una avería en el turbocompresor, desgaste de las palas de la turbina de admisión.		

4	Provee la fuente de energía para arrancar el motor y cumplir con los requerimientos eléctricos de éste.	D	Incapaz de suministrar energía.	4	Rotura de fajas de transmisión	Todo depende del nivel de fractura, es posible que no puedan engranar correctamente los dientes y el volante no tenga la inercia necesaria para que parta el motor.
5	Evita que el líquido refrigerante se mezcle con el aceite del motor durante el proceso de combustión.	E	Sobrecalentamiento del motor	5	Junta de culata en mal estado	La junta de la culata puede quemarse y generar el rompimiento de otras piezas.
6	Conecta los cables de la batería y todo el sistema eléctrico del auto a ésta.	F	Pérdidas de energía en el sistema eléctrico	6	Rotura de terminales de la batería	Afecta a todo el bus y debe ser revisado para restaurar su funcionalidad.

Tabla 31: Hoja de decisión del bus A3T-125

HOJA DE DECISIONES			Sistema:							Facilitador:			Fecha:	Hoja N° 1	COSTO POR PREVENCIÓN	
			Subsistema:							Auditor:			Fecha:	de:		
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H 1	H 2	H 3	Acción de falla de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a-año, m-mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
							S 1	S 2	S 3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O 1	O 2	O 3	H 4	H 5	S 4				
N 1	N 2	N 3														
1	A	1	S	S	S	N	N	S	N				Realizar revisiones del líquido de freno y de ser necesario sustituirlo.	10000Km	Técnico	S/95.00
2	B	2	S	S	S	N	N	S	N				Verificar y realizar alineación de los neumáticos.	15000Km	Técnico	S/120.00
3	C	3	S	N	S	N	N	S	N				Limpiar los tubos según pauta de mantenimiento. Reemplazar el aceite lubricante además aplicar los respectivos cambios de filtros.	Cada 5000Km	Técnico	S/335.00
4	D	4	N	S	S	N	N	S	N				Cambiar correa, ajustar la tensión correctamente	15000Km	Técnico	S/350.00

5	E	5	S	S	S		N	S	N			Revisar la temperatura del motor, revisar que no haya fugas en el líquido refrigerante.	30000Km	Técnico	S/380.00
6	F	6	S	S	S		N	S	N			Verificar voltajes de funcionamiento. Revisar, limpiar y pulir los bornes y conexiones. Apretarlos	50000Km	Operario	S/0.00
															S/. 1,280.00

Tabla 32: Hoja de Información del bus D4T-375

HOJA DE INFORMACION RCM		BUS D4T-375				INGENIERO	FECHA	Hoja
						SUPERVISOR		
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA		
1	Lubricar elementos del motor.	A	No transfiere ni lubrica o lo hace de manera defectuosa	1	Falla en retenes	El motor tiende a sobrecalentarse, al no lubricar correctamente los componentes que tienen roce se producirá un desgaste excesivo		
2	Disipa el calor de un objeto o aparato para evitar sobrecalentarse.	B	Sarro o herrumbre en el cuello del radiador	2	Falla en el radiador	Sobrecalentamiento del motor, sino se repara el motor puede quemarse completamente.		
3	Dirige el vehículo según lo requiera el operador	C	Vibración de la dirección	3	Desgaste de piezas mecánicas de dirección	Vibración en el volante.		
4	Suministra energía para arrancar fácilmente , encargado de activar y girar el volante motor del automóvil.	D	El motor no enciende	4	Dificultad en el arranque del motor	No poder operar la unidad.		
5	Controla los movimientos de la suspensión, los muelles y/o resortes.	E	No absorbe los impactos	5	Amortiguadores en mal estado	Inestabilidad del bus y golpeteos.		
6	Comprime el gas refrigerante utilizando la potencia del motor mediante una transmisión de correa.	F	El aire acondicionado no está enfriando como es debido	6	Averías en el compresor de aire	Red neumática con oxidación y porosidad en los sellos.		

Tabla 33: Hoja de decisión del Bus D4T-375

HOJA DE DECISIONES			Sistema:							Facilitador:			Fecha:	Hoja N° 1	COSTO POR PREVENCIÓN	
			Subsistema:							Auditor:				de:		
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falla de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a-año, m-mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	2	O3	H4	H5	S4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	N	N	S	N	N	S	N				Verificar y cambiar las piezas de ser necesario.	15000Km	Técnico	S/. 130.00
2	B	2	N	N	S	N	N	S	N				Verifique si hay obstrucción en el paso de líquido. Limpiar de ser necesario	40000Km	Técnico	S/. 155.00
3	C	3	S	N	S		N	S	N				Limpieza de piezas, cambio de terminales, pines y bocines.	55000Km	Técnico	S/. 160.00
4	D	4	S	S	N		N	S	N				Comprobar los fusibles, la batería, limpiar bujías.	10000Km	Técnico	S/. 25.00



5	E	5	S	N	S	N	N	S	N				Revisar los elementos de la suspensión, ejes, barras, etc.	12000Km	Técnico	S/. 500.00
6	F	6	N	N	S		N	S	N				Revisar y limpiar las piezas, que no haya humedad	30000Km	Técnico	S/. 410.00
																S/. 1,380.00

Tabla 34: Hoja de información del Bus J5U-541

HOJA DE INFORMACION RCM		BUS J5U-541			INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA	
1	Aumenta la eficiencia del motor.	A	No puede aumentar la eficiencia del motor.	1	Desgaste de bujes	El motor pierde potencia. Limpiar el compresor y sus elementos	
2	Abrir y cerrar los conductos de admisión y escape de gases. Cumplen un trabajo fundamental en la combustión de la mezcla aire-combustible.	B	Soplido del bus cuando está en marcha	2	Válvulas de motor en mal estado	Pérdida significativa en la potencia del motor además hace que haya mayor consumo de combustible.	
3	Consiste de un alternador, una batería, fusibles, circuitos electrónicos	C	La unidad del regulador del voltaje mal ajustado	3	Rotura de correa del alternador	La banda de transmisión del alternado/generador floja o rota, batería defectuosa. Afecta al motor.	
4	Controlan su posicionamiento y reducen la resistencia al rodaje de aquellas sobre el pavimento.	D	Ruido fuerte durante la conducción	4	Rodamientos de ruedas desgastadas	La rueda no se mantiene en posición y, generalmente, hace ruido.	
5	Inyecta la cantidad exacta de combustible para que se mezcle con el oxígeno en el momento preciso.	E	Descenso en la potencia del motor.	5	Fallas en el sistema de inyección	Motor averiado	

Tabla 35: Hoja de decisión del Bus J5U-541

HOJA DE DECISIONES			Sistema:							Facilitador:			Fecha:	Hoja	COSTO POR PREVENCIÓN	
			Subsistema:							Auditor:				de:		
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falla de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (año, meses, s=semana, d=día)		A realizarse por
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	2	O3	H4	H5	S4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	N	N	S	S	N	S	N						Verificar desgaste de holgura de bujes y toma de temperatura de operación	
2	B	2	N	N	S	S	N	S	N				Comprobar visualmente el desgaste de la correa y reemplazar de ser necesario	15000Km	Técnico	S/. 185.00
3	C	3	S	S	S	S	N	S	N				Revisar estado de cables y terminales eléctricos del motor. Esto incluye baterías, alternador y motor de arranque.	15000Km	Operador	S/. -
4	D	4	N	N	S	S	N	S	N				Verificar holgura de vibración y temperatura	10000Km	Técnico	S/. 50.00
5	E	5	N	S	S	S	N	S	N				Limpieza de inyectores y limpieza integral.	10000Km	Técnico	S/. 3,200.00
															S/. 3,535.00	

Tabla 36: Hoja de información del Bus W1R-174

HOJA DE INFORMACION RCM		BUS W1R-174				INGENIERO	FECHA	Hoja
						SUPERVISOR		
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA		
1	Abrir y cerrar las canalizaciones por donde escapan los gases quemados del interior de los cilindros.	A	Abre o cierra las válvulas de manera defectuosa.	1	Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	Ocasianan daños en la guía e inserto de la válvula, la culata de pistón o cilindro. Se genera una pérdida de compresión, y a su vez una pérdida de potencia		
2	Lubricante que permite que el movimiento con mayor facilidad cuando se direcciona.	B	Pierde líquido en dirección hidráulica	2	Fugas de líquido de dirección	Ocasianan daños graves		
3	Bomba que transmite más fuerza al volante por cada giro gracias al líquido que es enviado a la cremallera a través de los tubos y mangueras del circuito.	C	Volante duro	3	Aire en el sistema de dirección hidráulica	Difícil realizar maniobras, es necesario purgar el aire del sistema.		
4	Encargada de producir la chispa que genera la combustión entre aire y combustible.	D	Bajo rendimiento del motor.	4	Bujía roto	Esta falla puede dañar cilindros, válvulas y pistones.		

Tabla 37: Hoja de decisión del Bus W1R-174

HOJA DE DECISIONES			Sistema:							Facilitador:			Fecha:	Hoja N° 1	COSTO POR PREVENCIÓN	
			Subsistema:							Auditor:				de:		
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falla de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a-año, m-mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	2	O3	H4	H5	S4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	N	N	S	S	N	S	N						Verificar que la admisión de aire está limpia y su rejilla en óptimas condiciones. Ser cuidadoso de no dejar piezas o partes sueltas que puedan ser aspirados por el soplador.	
2	B	2	S	S	N	S	N	S	N				Verificar y hacer revisiones en la bomba hidráulica. Verificar líquido de dirección, rellenar de ser necesario.	50000Km	Técnico	S/. 60.00
3	C	3	N	N	N	S	N	S	N				Verificar y de ser necesario purgar el aire	15000Km	Técnico	S/. 125.00
4	D	4	S	S	S	N	N	S	N				Limpiar las bujías y en caso de rompimiento sustituirlas	20000Km	Técnico	S/. 45.00
															S/. 385.00	

Tabla 38: Hoja de información del Bus B2H-236

HOJA DE INFORMACION RCM		BUS B2H-236				INGENIERO	FECHA	Hoja
						SUPERVISOR		
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA		
1	Capacidad de fricción del sistema de transmisión	A	El pedal de freno se hunde cuando se pisa	1	Pastillas de frenos desgastadas	Rozamiento excesivo y elevada temperatura en el disco de frenos.		
2	Es un mecanismo que se utiliza en los cambios	B	No hay conexión entre la caja de cambios y el motor	2	Desgaste de la cara del embrague	Pérdida de fuerza centrífuga que actúa sobre un fluido (Aceite) situado en el interior del convertidor.		
3	Incapaz de aumentar la eficiencia del motor.	C	Insuficiencia de Lubricación	3	Grietas en el buje de goma de la barra central	Se producen desgaste en elementos como: bujes radiales y de apoyo, cuello del eje, etc. Además provoca desbalanceo.		
4	Dosificar e inyectar la cantidad exacta de combustible dentro de la cámara de combustión	D	Incapaz de inyectar combustible.	4	Filtro de combustible en mal estado	Pérdida de potencia, funcionamiento irregular.		

Tabla 39: Hoja de decisión del Bus B2H-236

HOJA DE DECISIONES			Sistema:							Facilitador:			Fecha:	Hoja N° 1	COSTO POR PREVENCIÓN	
			Subsistema:							Auditor:				de:		
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falla de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a-año, m-mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	2	O3	H4	H5	S4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	S	N	N	S	N	S	N				Verificar que no haya grasa o líquido de freno en las pastillas. Cambiar si es necesario.	25000Km	Técnico	S/. 50.00
2	B	2	S	S	N	N	N	S	N				Verificar desgaste en lados de embrague	50000Km	Técnico	S/. 1,230.00
3	C	3	N	N	S	S	N	S	N				Verificar grietas de bujes de goma de la barra	25000Km	Técnico	S/. 125.00
4	D	4	S	N	N	N	N	S	N				Haga los debidos cambios de filtro de combustible, primario y secundarios. Verifique calidad del combustible.	55000Km	Técnico	S/. 95.00
															S/. 1,500.00	

**3.4 Implementar y monitorear el plan de mantenimiento preventivo, realizando seguimiento mediante los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.**

El plan de mantenimiento preventivo se realizó en un periodo de 5 meses (Enero - Mayo) dando como resultados:

*Tabla 40 Evaluación posterior Bus A3T-125*

Descripción de la falla	Frecuencia Vez/Meses
Líquido de frenos en mal estado	0
Neumáticos de vehículo desalineado	1
Falla en retenes	1
Rotura del filtro de aire	0
Rotura de fajas de distribución	1
Junta de culata en mal estado	0
Rotura de terminales de la batería	1
Pastillas de frenos desgastadas	0
Averías en el compresor de aire	0
Filtro de combustible en mal estado	0
TOTAL	4

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 41 Evaluación posterior Bus D4T-375*

Descripción de la falla	Frecuencia Vez/Meses
Líquido de frenos en mal estado	0
Amortiguadores en mal estado	1
Desgaste de bujes	0
Falla en retenes	0
Falla en el radiador	1
Desgaste de piezas mecánicas de dirección	1
Pastillas de frenos desgastadas	0
Averías en el compresor de aire	0
Dificultad en el arranque del motor	0
TOTAL	3

Fuente: Elaboración propia



*Tabla 42 Evaluación posterior Bus J5U-541*

Descripción de la falla	Frecuencia Vez/Meses
Desgaste de bujes	0
Válvulas de motor en mal estado	1
Rotura de correa del alternador	0
Desgaste de pastillas de frenos	0
Desgaste de la cara del embrague	1
Falla en el radiador	0
Rodamientos de ruedas desgastadas	0
Fallas en el sistema de inyección	0
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	0
TOTAL	2

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 43 Evaluación posterior Bus B2H-236*

Descripción de la falla	Frecuencia Vez/Meses
Grietas en el buje de goma de la barra central	1
Rotura de terminales de la batería	0
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	0
Rotura de correa del alternador	0
Desgaste de pastillas de frenos	1
Desgaste de la cara del embrague	0
Rodamientos de ruedas desgastadas	0
Neumáticos de vehículo desalineado	0
Filtro de combustible en mal estado	0
TOTAL	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Evaluación posterior Bus W1R-174

Descripción de la falla	Frecuencia Vez/Meses
Fugas en el líquido de dirección	1
Rotura de la correa del alternador	0
Rotura del caucho de la válvula de aire de la transmisión	0
Aire en el sistema de dirección hidráulica	0
Desgaste de pastillas de frenos	0
Desgaste de la cara del embrague	0
Rotura del filtro de aire	0
Rodamientos de ruedas desgastadas	0
Bujía roto	0
TOTAL	1

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, como las evaluaciones antes del plan se realizaron durante todo el año 2017, para este año no bastaba con los datos obtenidos los 5 meses, por ello que se recurre a proyectar las fallas y tiempos para todo el año 2018. Las proyecciones se hicieron tomando en cuenta el índice de prioridad de riesgos (NPR); trabajando con el 48% de las fallas que aún faltaban resolver.

Tabla 45 Resumen del NPR

Inaceptable	Aceptable	Reducción deseable
13	6	6
52%	24%	24%

Fuente: Elaboración propia

Se puede decir que 13 de las fallas son inaceptables (52%), 6 de las fallas son reducibles (24%) y 6 de las fallas son aceptables (24%).

Para realizar la proyección se hizo uso de las fallas y tiempos del año pasado de los cinco buses que presentaban estado crítico. Así como se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 46 Fallas y tiempos Año 2017*

PLACA BUS	TIEMPO PARA REPARAR	TIEMPO ENTRE FALLA	N° DE FALLAS/ AÑO 2017	COSTOS POR REPARACIONES
A3T-125	190	260	20	S/. 8,520.00
D4T-375	150	220	19	S/. 3,180.00
J5U-541	132	210	18	S/. 18,050.00
B2H-236	125	142	18	S/. 6,160.00
W1R-174	115	137	16	S/. 6,460.00
TOTAL	712	969	91	S/. 42,370.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 46 muestra el tiempo, el número de fallas, además de los costos por reparaciones de los 5 buses que se evaluaron el año 2017, siendo el total de éstos S/. 42370.00.

*Tabla 47 Fallas y tiempos proyectados Año 2018*

PLACA BUS	TIEMPO PARA REPARAR	TIEMPO ENTRE FALLA	N° DE FALLAS/ AÑO 2018	COSTOS POR REPARACIONES
A3T-125	91.2	358.8	10	S/. 4,089.60
D4T-375	72	298	9	S/. 1,526.40
J5U-541	63.36	278.64	9	S/. 8,664.00
B2H-236	60	207	9	S/. 2,956.80
W1R-174	55.2	196.8	8	S/. 3,100.80

TOTAL	341.76	1339.24	44	S/. 20,337.60
-------	--------	---------	----	------------------

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 47 se muestra los tiempos y fallas y costos proyectados para todo el año 2018 de los 5 buses críticos, cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el 48% del índice de prioridad de riesgos (NPR)

Comparación de indicadores de los años 2017- 2018

Tabla 48 Resumen de indicadores de mantenimiento Año 2017

Buses	TIEMPO TOTAL	TPPR	TPEF	DISPONIBILIDAD	TASA DE FALLAS	CONFIABILIDAD	TASA DE REPARACIONES	MANTENIBILIDAD
A3T-125	450	9.50	13.00	57.78%	0.07692	70.74%	0.10526	37.73%
D4T-375	370	7.89	11.58	59.46%	0.08636	72.65%	0.12667	37.42%
J5U-541	342	7.33	11.67	61.40%	0.08571	74.59%	0.13636	37.27%
B2H-236	267	6.94	7.89	53.18%	0.12676	71.29%	0.14400	31.92%
W1R-174	252	7.19	8.56	54.37%	0.11679	74.50%	0.13913	29.57%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 se presenta el resumen de los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de cada uno de los 5 buses evaluados en el año 2017.

Tabla 49 Resumen de indicadores de mantenimiento Año 2018

Buses	TIEMPO TOTAL	TPPR	TPEF	DISPONIBILIDAD	TASA DE FALLAS	CONFIABILIDAD	TASA DE REPARACIONES	MANTENIBILIDAD
A3T-125	450	9.50	37.38	79.73%	0.02676	88.66%	0.10526	37.73%
D4T-375	370	7.50	32.68	81.33%	0.03060	89.29%	0.13333	38.94%
J5U-541	342	7.54	32.25	81.05%	0.03101	89.94%	0.13263	36.47%
B2H-236	267	7.14	23.96	77.04%	0.04174	89.45%	0.14006	31.20%

W1R-174	252	7.67	25.63	76.96%	0.03902	90.63%	0.13038	28.00%
---------	-----	------	-------	--------	---------	--------	---------	--------

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 49 se presenta el resumen de los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de cada uno de los 5 buses proyectados en el año 2018.

Tabla 50 Costos por mantenimiento preventivo de los buses.

PREVENCIÓN	
PLACA BUS	COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO S/
A3T-125	S/. 1,280.00
D4T-375	S/. 1,380.00
J5U-541	S/. 3,535.00
B2H-236	S/. 1,500.00
W1R-174	S/. 385.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 8,080.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 50 se muestran los totales de los costos por mantenimiento preventivo que se determinaron para cada uno de los 5 buses. El cual da como monto total S/.8,080.00.

Tabla 51 Resumen de los costos año 2017-2018

BUSES	TPR (Hrs/año) ANTES	TPR (Hrs/año) DESPUÉS	AHORRO EN HORAS PERDIDAS (Hrs/año)	COSTOS DE REPARACIÓN (N.S/año -2017)	COSTOS DE REPARACIÓN (N.S/año-2018)	AHORRO (N.S/año)
A3T-125	190	91	99	S/. 8,520.00	S/. 4,089.60	S/. 4,430.40
D4T-375	150	72	78	S/. 3,180.00	S/. 1,526.40	S/. 1,653.60
J5U-541	132	63	69	S/. 18,050.00	S/. 8,664.00	S/. 9,386.00
B2H-236	125	60	65	S/. 6,160.00	S/. 2,956.80	S/. 3,203.20
W1R-174	115	55	60	S/. 6,460.00	S/. 3,100.80	S/. 3,359.20
PAGO PLANILLA AÑO 2017 POR HORAS NO TRABAJADAS				S/. 3,560.00	0	0
COSTO DE POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO					S/. 8,080.00	
TOTAL				S/. 45,930.00	S/. 28,417.60	S/. 22,032.40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 51 se puede apreciar el antes y después de los tiempos por reparación, costos de los buses; así como el ahorro en soles. Además del pago de planilla de las horas no trabajadas en el 2017; dando un costo total de S/. 45,930.00 mientras que para el año 2018 se estima que el costo será de S/. 28,417.60 ya que se suma los costos por mantenimiento preventivo.

El beneficio económico en ahorro por reducción de fallas es:

$$B_{\text{ahorro fallos}} = S/. 22,032.40 \frac{N.S}{\text{año}}$$

Tabla 52 Costos totales de los años 2017-2018

	Año 2017	Año 2018
GASTO POR NATURALEZA (REPARACIONES)	S/. 45,930.00	S/. 28,417.60
PLANILLAS PARA TODO EL AÑO	S/. 74,400.00	S/. 74,400.00
COSTO TOTAL AÑO	S/. 120,330.00	S/. 102,817.60
		S/. 17,512.40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 52 se observa los costos totales generados en el 2017 y 2018, siendo éstos S/. 120,330.00 y S/. 102,817.60 respectivamente; se aprecia además que hay un ahorro de S/. 17,512.40.



### 3.5 Determinar los resultados de la implementación del plan de mantenimiento preventivo generados en la rentabilidad de la empresa.

Para realizar los cálculos de la rentabilidad se tomó los datos de los estados financieros y estados de resultados dados por la empresa del año 2017. (Ver anexo 04-05). Con éstos, se determinan las ratios de la rentabilidad (Roa, Roe, y Roi).

-Retorno sobre activos (ROA):

$$ROA = \frac{\text{Utilidad después de impuestos}}{\text{Activos totales}}$$

$$ROA = \frac{S/. 32,846.37}{S/.926,263.28}$$

$$ROA = 4\%$$

Se puede interpretar que, con respecto a los activos totales, las ventas correspondieron a un 4%, es decir por cada sol invertido en activos totales genera 4 centavos de utilidad neta.

-Retorno sobre patrimonio (ROE):

$$ROE = \frac{\text{Utilidad después de impuestos}}{\text{Patrimonio}}$$

$$ROE = \frac{S/. 32,846.37}{S/.341,527.37}$$

$$ROE = 10\%$$

Se aprecia que el retorno sobre el patrimonio es del 10%, al ser mayor que el valor del ROA se puede decir que es positivo para la empresa.

-Retorno sobre inversión (ROI):

$$ROI = \frac{\textit{Utilidad antes de impuestos}}{\textit{Activos totales}}$$

$$ROI = \frac{S/. 25,363.99}{S/.926,263.28}$$

$$ROI = 3\%$$

En este caso, el retorno sobre la inversión es del 3% lo que quiere decir que por cada sol invertido se gana 3 soles.

Ratios de rentabilidad para el año 2018, para obtener los resultados se hizo uso de los estados financieros y estados de resultados proyectados. Ver anexo (06-07)

-Retorno sobre activos (ROA):

$$ROA = \frac{\textit{Utilidad después de impuestos}}{\textit{Activos totales}}$$

$$ROA = \frac{S/. 47,710.09}{S/.926,263.28}$$

$$ROA = 5\%$$

Se puede interpretar que, con respecto a los activos totales, las ventas correspondieron a un 5%, es decir por cada sol invertido en activos totales genera 5 centavos de utilidad neta.

-Retorno sobre patrimonio (ROE):

$$ROE = \frac{\textit{Utilidad después de impuestos}}{\textit{Patrimonio}}$$

$$ROE = \frac{S/. 47,710.09}{S/.341,527.37}$$

$$ROE = 14\%$$

Se aprecia que el retorno sobre el patrimonio es del 14%, al ser mayor que el valor del ROA se puede decir que es positivo para la empresa.

-Retorno sobre inversión (ROI):

$$ROI = \frac{\textit{Utilidad antes de impuestos}}{\textit{Activos totales}}$$

$$ROI = \frac{S/. 36,841.77}{S/.926,263.28}$$

$$ROI = 4\%$$

En este caso, el retorno sobre la inversión es del 4% lo que quiere decir que por cada sol invertido se gana 4 soles.

### 3.5.1 Comparación de la rentabilidad a nivel inferencial

#### 3.5.1.1 Prueba de normalidad: Shapiro Wilk

Por corresponder la investigación a un diseño pre-experimental con pre prueba y post prueba se debe probar la hipótesis para su variable dependiente, la mejora de la rentabilidad, al ser de escala cuantitativa se debe aplicar una prueba paramétrica.

Para realizar la prueba de normalidad para la diferencia de los datos de la variable dependiente rentabilidad; se hizo usando el software SPSSVS 21 y empleando los resultados de la prueba Shapiro Wilk, pues solo se cuenta con 4 datos (Costos de reparación).

Nivel de confianza: 95%

H1: los datos tienen comportamiento normal

Ho1: los datos tienen no comportamiento normal

#### Supuestos:

$p > 0.05$  se aprueba H1

$p \leq 0.05$  se aprueba Ho1

Tabla 53 Prueba de normalidad de la rentabilidad, Empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L, 2018.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	0.297	5	0.172	0.846	5	0.182

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS VS 21

Interpretación: En este caso se usa la prueba de Shapiro-Wilk, el cual se usa para datos menores a 50, los datos presentan comportamiento normal, se aprueba Ho1, pues el valor  $p=0.182$  es mayor que 0.05; por ello se usa la prueba paramétrica T-student.

### 3.5.1.2 Prueba de hipótesis estadística

H2: La implementación del plan de mantenimiento preventivo mejora la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, en el año 2018.

Ho2: La implementación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, en el año 2018.

Supuestos:

$p < 0.05$  se aprueba H2

$p \geq 0.05$  se aprueba Ho2

Tabla 54 Prueba estadística T-Student de normalidad de la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, 2018.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. estándar	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PRETEST - POSTTEST	440648.00	295462.426	132134.814	73782.943	807513.06	3.335	4	0.029

Fuente: SPSS VS 21

Interpretación: El resultado de la tabla 54 indican que el valor  $p=0.029$  es menor que 0.05, por ello se acepta la hipótesis H2, es decir que “La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la rentabilidad en la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L”, probando de esta manera lo propuesto en esta investigación.

# **IV. DISCUSIÓN**

Al evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de la Empresa de Transportes & Turismo Emicer usando la encuesta y entrevista, se aprecia que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y que las fallas más frecuentes se dan un 22% en el sistema de frenos y un 18% en el motor (Figura 6); esto también puede verse en la investigación hecha por Carbajal (2016), cuyos resultados fueron similares; la empresa no contaba con un plan de mantenimiento, además se encontraron que las fallas más frecuentes eran en el sistema de motor siendo el 22% y el sistema de frenos un 14%; esto debido a que la empresa no capacita a sus conductores frecuentemente, se encontró que el 40% no es capacitado; mientras que en la investigación de Castañeda (2016) se indicó que el 90% no recibía capacitación. Al revisar la teoría, Garrido (2010) refiere que el mantenimiento preventivo es una herramienta que permite el buen funcionamiento de la empresa, está destinada a evitar fallas y reducir paradas inesperadas. Por lo cual se puede decir que la manera que se realizó la evaluación previa de las condiciones es la manera correcta para obtener resultados que se puedan corroborar con los antecedentes y las teorías vigentes.

Para determinar la criticidad de los buses, se empleó el indicador de criticidad, dando como resultado que 5 de los buses evaluados eran críticos y los otros 5, semicríticos (tabla 23); en la investigación de Villacrés (2016), se realizó el análisis de criticidad para los equipos de la empresa, dando como resultado que el chasis presentaba el mayor riesgo; según (PARRA, y otros) 2015 el indicador de criticidad es importante ya que permite jerarquizar los sistemas y áreas que requieren mayor y rápida atención en mantenimiento; sin embargo en el estudio de Castañeda (2016), para determinar las fallas críticas empleó el diagrama de Ishikawa y posteriormente el diagrama de Pareto. Ambas herramientas son adecuadas, ya que se logra el mismo objetivo, ya que Guadajo (2008) indica que el diagrama de Ishikawa se usa para identificar las causas de un problema y el

diagrama de pareto se usa para priorizar y tener una visión clara y simple de los problemas a resolver GONZÁLES (2012).

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo, se realizó a través de la metodología del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF); teniendo en cuenta también el índice de prioridad el riesgos, el cual se propuso para las 25 fallas que se encontraron (tabla 24 ), con el que se pudo proyectar la reducción del 48% de fallas y de los tiempos entre fallas; el AMEF, es una herramienta que ayuda a observar los efectos y consecuencias de los modos de fallos de cada activo en su contexto operacional (GONZÁLES, 2005); en la investigación realizada por (VILLACRÉS, 2016) también se puede observar que el método usado para la elaboración del plan es el (AMEF), con lo que logró reducir el 45% en la tasa de fallas; de la misma manera en la investigación de (RONCAL, 2017), ya que el plan de mantenimiento preventivo se realizó a través de las frecuencias de mantenimiento, que contenía las acciones necesarias para evitar las fallas de los buses generando un 44.22% en el incremento del tiempo medio entre fallas.

La implementación del plan de mantenimiento se determinó con los indicadores de disponibilidad, confiabilidad, los cuáles aumentaron en 28% y 19% respectivamente; dado que el año pasado en promedio la disponibilidad de los cinco buses críticos era 57.24% y la confiabilidad del 72.75%; mientras que este año con la proyección que se realizó la disponibilidad subió a 79.22% y la confiabilidad a 82.60%; caso similar ocurre en la investigación de (CASTAÑEDA, 2016) que logró un aumento en la confiabilidad del 32%; asimismo (RONCAL, 2017) al realizar el mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad de los buses en un 62%. Los indicadores de confiabilidad y disponibilidad son importantes en mantenimiento ya que éstos permiten el control y evaluación de la gestión de mantenimiento (GARCÍA, 2012).



Con la implementación del mantenimiento preventivo que se proyecta para este año se obtuvo un 45% de rentabilidad, dado que hubo una reducción en cuánto a las fallas que tenían los buses de la empresa, y por ende de los costos por reparación; de la misma manera tanto para las investigaciones de (GUEVARA, y otros, 2014), (VILLACRÉS, 2016), (CASTAÑEDA, 2016), (CARBAJAL, 2016) y (RONCAL, 2017) se obtuvieron una rentabilidad del 37%, 80%, 48,28% y del 71%; respectivamente, la variación del porcentaje de rentabilidad se da debido a que se usaron diferentes métodos para realizar el plan de mantenimiento. Cabe señalar que la rentabilidad está ligada al mantenimiento tal como lo menciona (GARRIDO, 2010); el mantenimiento preventivo en las unidades de transporte es necesario para mejorar la rentabilidad de las empresas, ya que mejora la disponibilidad de los vehículos, disminución de los costos por mantenimiento, genera una mayor rentabilidad y un menor impacto ambiental.

# **V. CONCLUSIONES**

- Al evaluar las condiciones de los buses en materia de mantenimiento se determinó que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento, además que el 45% de las fallas se presentan mensualmente, el 28% de las fallas son más frecuentes en el sistema de frenos y el 21% en el motor.
- De acuerdo al análisis de criticidad realizado a las fallas de los buses de la empresa, fundamentado en 5 criterios, siendo éstos la frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, impacto de seguridad y medio ambiente, determinaron que 5 de los buses son de clasificación crítica, tales como los buses con las placas A3T-125, D4T-375, J5U-541, B2H-236, W1R-174, de los cuáles se obtuvieron 25 fallas; y los 5 restantes presentan clasificación semicrítica.
- El plan de mantenimiento preventivo se realizó a través del análisis de modos y efecto de fallas (AMEF), se evaluó las 25 fallas críticas que presentaban los buses, además se hizo el índice de prioridad de riesgos, con el cuál se determinó que 13 de las fallas (52%) son indeseables, 6 de las fallas (24%) son reducibles y otras 6 fallas (24%) son aceptables.
- Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo se pudo observar que la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los buses aumentaron, en el año 2017 la disponibilidad del bus A3T-125 era del 57.78% y en este año es de 79.73%, aumentando un 37%; de la misma manera con su confiabilidad antes era del 70.74% y ahora del 88.66%, aumentó en un 25%. Cabe resaltar que los datos fueron proyectados para todo el año 2018.
- Se concluye que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo la empresa tuvo un ahorro de S/. 22,032, dado que el año 2017 presentaba costos de operación de S/. 45,930.00 y al año 2018 sólo de S/. 28,417.60. Asimismo, al realizar la evaluación de las utilidades netas se obtuvo una rentabilidad del 45% en beneficio de la empresa.

# **VI. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere a los directivos de la empresa de Transportes & Turismo Emicer que deben tener en cuenta que las capacitaciones sobre mantenimiento son importantes para los colaboradores, éstas deben ser de manera frecuentes y ser realizadas por especialistas en el tema.
- Se recomienda realizar las tareas y actividades de mantenimiento preventivo de los buses propuestas en las hojas del análisis de modos y efectos de fallas, para así lograr mayor disponibilidad de los buses y disminuir los paros imprevistos.
- Se recomienda tener un almacén de repuestos y herramientas, y llevar un inventario de éstos, para así ahorrar tiempo y dinero.
- Se debe realizar seguimientos e inspecciones continuas para un mejor desempeño de los buses, además se debe establecer políticas de mantenimiento, las cuales sean comunicados a todos los trabajadores de la empresa.
- Para investigaciones futuras es recomendable utilizar algún otro método o tipo de mantenimiento que permita mejorar la vida útil de los buses, bajo las teorías de mantenimiento, tales como mantenimiento productivo total o mantenimiento predictivo.

# **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## Bibliografía

### A. LIBROS

- DUFFUAA, Salih. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. México D.F: Limusa S.A, 2010. 75 pp.  
ISBN: 9789681859183.
- ESTUPIÑAN, Rodrigo. Análisis financiero y de Gestión. 2.ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2007. 106 pp.  
ISBN: 9586483436
- GARCÍA. Ingeniería de Mantenimiento. 3.ª ed. Madrid: Editorial Renovetec, 2012. 89 pp.  
ISBN: 9788479755481
- GARCÍA, Santiago. La contratación de mantenimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2009. 47 pp.
- GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2003. 118 pp.  
ISBN: 9788479785482.
- GARCÍA, Oliverio. Gestión moderna del mantenimiento industrial. Bogotá: Ediciones de la U, 2012. 59 pp.  
ISBN: 9789587620511.
- GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. 3.ª ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 124 pp.  
ISBN: 9788479785772.
- GONZÁLES, Francisco. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2.ª ed. España: Publicaciones FC, 2005. 102-108 pp.  
ISBN: 8496169499
- GONZALES, Juan. Gestión y logística del mantenimiento de vehículos. San Vicente: Editorial Club Universitario, 2012. 94 pp.  
ISBN: 9788475613541.
- GUAJADO, Edmundo. 2008. ADMINISTRACION DE LA CALIDAD TOTAL. Mexico : Pax Mexico, 2008. p. 72.  
ISBN: 97896888605059.
- MOUBRAY, John. RCM Reliability Centered Maintenance - Industrial Press. 2.ª ed. Argentina: Guilford and Rob Lockhart Biddles, 2004. 65-67 pp.  
ISBN: 9780831131463.

- PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos. 2.ª ed. Sevilla: INGEMAN, 2015. 37 pp  
ISBN: 8495499673.
- RODRÍGUEZ, J. Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto. Málaga, 2012. 46 pp.  
ISBN:8428337640.
- VELASCO, Emilio y SANCHEZ, Miguel. XXI Congreso nacional de ingeniería mecánica. Universidad Miguel Hernández de Elche, 2016. 102 pp.  
ISBN: 9788416024377

## B. TESIS

- CARBAJAL, Pedro. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de Transportes El Dorado S.A.C. Tesis (Bachiller Mecánica). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2016. 166 pp.
- CASTAÑEDA, Jackson. Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa transportes Chiclayo S.A. Chiclayo. Tesis (Bachiller Industrial). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2016. 223 pp.
- GUEVARA, Ronald y OSORIO, Peter. Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicios de transporte interdepartamentales. Tesis (Bachiller Mecánica). Colombia: Universidad Autónoma del Caribe, Facultad de Ingeniería, 2014.  
Disponible en <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/123456789n/789/TMEC%201123.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- RONCAL, Jhoseph. Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de Transporte de la Empresa Transvial Lima S.A.C. Tesis (Bachiller Industrial). Lima: Universidad César Vallejo de Lima, Facultad de Ingeniería, 2017. 157pp.
- VILLACRÉS, Sergio. Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (Rcm) para el vehículo hidrocleaner vactor de la empresa Etapa Ep. Tesis (Magíster Ingeniería). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Postgrado y Educación Continua, 2016.



Disponible en <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4749/1/20T00717.pdf>

### C. LINKOGRAFÍAS

- APABLAZA, Francisco. Calidad de redes de telecomunicaciones EIE 419. [En línea]. Valparaíso 2013. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/fapablaza/calidad-redes-cap-4-56>
- Accidentes de tránsito. [En línea]. La República. PE. 22 de enero de 2016. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://larepublica.pe/politica/912163-accidentes-de-transito>.
- CASAR, Alvaro. Mantenimiento Preventivo. La diferencia entre reaccionar y anteponerse a una falla. [En línea]. Electro Industria. Chile. Abril de 2008. [Fecha de consulta: septiembre de 19 de 2017]. Disponible en <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=919>.
- Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestión del Mantenimiento. [En línea] Reliabilityweb. USA. 2016. [Fecha de consulta: septiembre de 19 de 2017]. Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestion-del-mantenimiento>.
- Mal mantenimiento de autos provoca mayor costo y contaminación. [En línea]. RPP. PE 01 de marzo de 2009. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017.] <http://rpp.pe/economia/negocios/mal-mantenimiento-de-autos-provoca-mayor-costoy-contaminacion-noticia-167398>.
- Mantenimiento de flotas de transporte. [En línea]. Outsourcing. 23 de febrero de 2016. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://outsourcingmantenimiento.com/mantenimiento-flotas-transporte/>.
- MONTALVO, Reinaldo. Metodología para el cálculo de la mantenibilidad. [En línea].2012. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodologia-calculo-mantenibilidad.pdf>
- Plan de mantenimiento. [En línea]. Revotec. Madrid. 2013. [Fecha de consulta: septiembre de 18 de 2017]. Disponible en <http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento>.
- SÁNCHEZ, Juan. Análisis de rentabilidad de la empresa. [En línea] 2002. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2017]. Disponible en <http://www.5campus.com/leccion/anarenta>.

# **ANEXOS**

# **A. ANEXO DE TABLAS**

Tabla 55: Factores ponderados para el análisis de criticidad

<b>Frecuencia de fallas</b>	
Elevado mayor a 40 fallas/año	4
Promedio 20-40 fallas/año	3
Buena 10-20 fallas/año	2
Excelente menos de 10 fallas/año	1

<b>Impacto Operacional</b>	
Parada total del equipo	10
Parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistema	7-9
Impacta a niveles de producción o calidad	5-6
Repercute en costos operacionales asociado a disponibilidad	2-4
No genera ningún efecto significativo	1

<b>Flexibilidad Operacional</b>	
No existe opción igual o equipo similar de repuesto	4
El equipo puede seguir funcionando	2-3
Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)	1

<b>Costo de mantenimiento</b>	
Mayor o igual a US\$ 400 (incluye repuestos)	2
Inferior a US\$ 400 (incluye repuestos)	1

<b>Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene</b>	
Accidente catastrófico	8
Accidente mayor serio	6-7
Accidente menor e incidente menor	4-5
Cuasi accidente o incidente menor	2-3
Desvío	1
No provoca ningún tipo de riesgo	0

Tabla 56: Índices de riesgo o número de prioridad de riesgos NPR

Ocurrencia	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Gravedad	
Descripción	Puntaje
Ínfima, imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo, pero no para el sistema	6-7
Elevada, falla crítica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

Detección (dificultad de detección)	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Fuente: Moubray, 2004.

$I(R) \leq 125$	Falla Aceptable.
$125 < I(R) \leq 200$	Falla reducible a deseable.
$I(R) > 200$	Falla Indeseable.

Fuente: Moubray, 2004.

Tabla 57: Hojas de información

<b>HOJA DE INFORMACION RCM</b>						<b>INGENIERO</b>	<b>FECHA</b>	<b>Hoja</b>
						<b>SUPERVISOR</b>		
<b>FUNCIÓN</b>		<b>FALLA FUNCIONAL</b>		<b>MODO DE FALLA</b>		<b>EFECTO DE FALLA</b>		
1		A		1				

Número correspondiente al modo de falla

Número correspondiente al

Número correspondiente al modo de falla

Fuente: Moubray, 2004

Tabla 58: Hoja de decisión

<b>HOJA DE DECISIONES</b>		<b>Sistema:</b>						<b>Facilitador:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Hoja N° 1</b>					
		<b>Subsistema:</b>						<b>Auditor:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>de:</b>					
<b>Referencia de información</b>			<b>Evaluación de consecuencias</b>				<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>	<b>Acción de falla de</b>			<b>Tarea Propuesta</b>	<b>Intervalo inicial (a-año, m-mes, s=semana, d=día)</b>	<b>A realizarse por</b>
							<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>						
<b>F</b>	<b>FF</b>	<b>FM</b>	<b>H</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>O1</b>	<b>O2</b>	<b>O3</b>	<b>H</b>	<b>H5</b>	<b>S4</b>			
							<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>4</b>					

Fuente: Moubray, 2004

# **B. ANEXO DE FIGURAS**

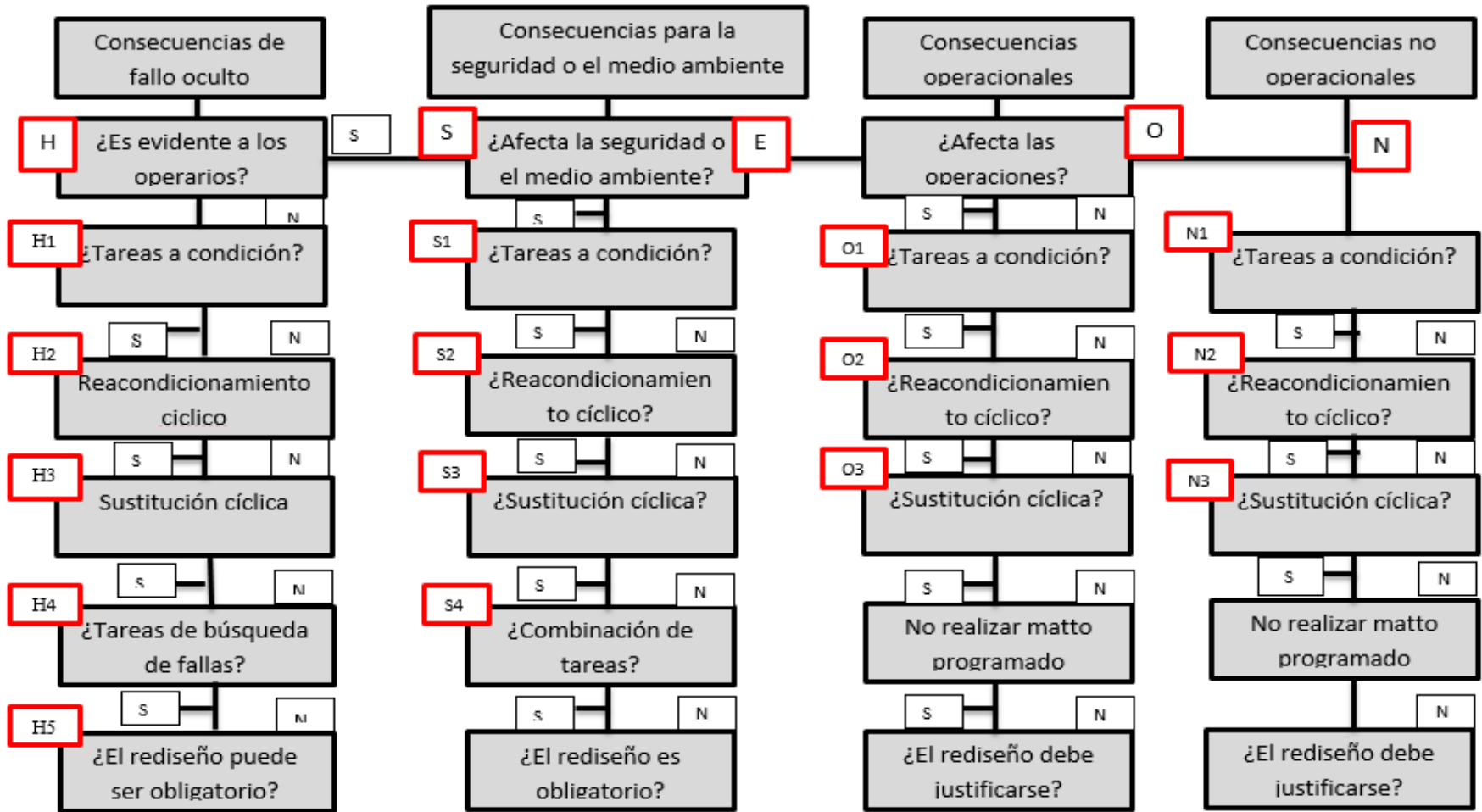
Figura 22: Matriz de criticidad

NÚMERO DE FALLAS	20	SC	SC	C	C	C	C
	15	SC	SC	SC	C	C	C
	10	NC	NC	SC	C	C	C
	5	NC	NC	NC	SC	C	C
		50	100	150	200	250	300
		CONSECUENCIA					

Fuente: Matriz propuesta por el modelo CTR



Figura 23:Árbol lógico decisiones. Guía para la elaboración de las hojas de decisión.



Fuente: Moubray, 2004

## Fotos de los buses de la empresa

*Figura 24 Fotos de los buses de la empresa Emicer*



# **C. ANEXO DE INSTRUMENTOS**

## **Anexo 01:**

### **CUESTIONARIO DE ENTREVISTA**

Entrevista a los directivos de la empresa de transportes & turismo Emicer E.I.R.L. Para determinar las condiciones actuales de la empresa en materia de mantenimiento.

Nombre: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es el año de fabricación que tienen los buses?
2. ¿Existen registros históricos de averías o daños de las unidades?
3. ¿Con qué frecuencia presentan fallas los buses?
4. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes de los buses?
5. ¿Se realizan tareas aisladas de mantenimiento preventivo para la conservación de las unidades?
6. ¿Existe un plan de mantenimiento en la empresa?
7. ¿Las reparaciones son tercerizadas y las realizan especialistas?
8. ¿La empresa cuenta con stock de repuestos?
9. ¿La empresa cuenta con personal calificado para realizar tareas de mantenimiento?
10. ¿La empresa capacita a sus trabajadores en materia de mantenimiento?
11. ¿La empresa capacita a sus conductores para el buen uso de los buses?

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 02

### CUESTIONARIO DE ENCUESTA

Entrevista a los conductores de la empresa de transportes & turismo Emicer E.I.R.L.

Instrucciones: Responda las preguntas marcando con una "X" la respuesta correspondiente y llenando los espacios en blanco.

Vehículo: \_\_\_\_\_

1. ¿Recibe capacitaciones sobre mantenimiento mecánico?

SI

NO

2. ¿Con qué frecuencia la empresa brinda capacitación sobre mantenimiento?

Semanal

Trimestralmente

Anual

Mensual

Semestral

Nunca

3. ¿Realiza actividades de mantenimiento preventivo antes de salir a trabajar?

Siempre

A veces

Casi nunca

Casi siempre

Nunca

No sabe/no opina

4. ¿Quién realiza las capacitaciones de mantenimiento mecánico?

Técnico mecánico

Choferes con experiencia

Otros

Dueño de la empresa

Ingeniero profesional

No sabe/no opina

5. ¿Con qué frecuencia fallan los buses?

Diario

Semanal

Trimestralmente

Inter diario

Mensual

Anual

6. ¿Cuál es la falla más frecuente que presentan los buses? Pueden marcar más de una opción.

Sist. Inyección

Sist. Dirección

Sist. Suspensión

Sist. Lubricación

Sist. Frenos

Caja de cambios

Motor

Sist. Eléctrico

Otros: \_\_\_\_\_



## Anexo 03: JUICIO DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### FICHA DE VALIDACIÓN-CUESTIONARIO DE ENTREVISTA

**OBJETIVO:** Evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L.

**Nombre y apellidos:** Lesly Magaly Suárez Guerra

**TÍTULO:** Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la rentabilidad de la empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L. 2018

PREGUNTAS	TÉCNICA	OPCIÓN DE RESPUESTA	COHERENCIA		CLARIDAD		RELEVANCIA		OBSERVACIONES /RECOMENDACIONES
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1. ¿Cuál es el año de fabricación que tienen los buses?	ENTREVISTA  ABIERTAS		✓		✓		✓		
2. ¿Existen registros históricos de averías o daños de las unidades?			✓		✓		✓		
3. ¿Con qué frecuencia presentan fallas los buses?			✓		✓		✓		
4. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes de los buses?			✓		✓		✓		
5. ¿Se realizan tareas aisladas de mantenimiento preventivo para la conservación de las unidades?			✓		✓		✓		
6. ¿Existe un plan de mantenimiento en la empresa?			✓		✓		✓		
7. ¿Las reparaciones son tercerizadas y las realizan especialistas?			✓		✓		✓		
8. ¿La empresa cuenta con stock de repuestos?			✓		✓		✓		
9. ¿La empresa cuenta con personal calificado para realizar tareas de mantenimiento?			✓		✓		✓		
10. ¿La empresa capacita a sus trabajadores en materia de mantenimiento?			✓		✓		✓		
11. ¿La empresa capacita a sus conductores para el buen uso de los buses?			✓		✓		✓		

OBSERVACIONES: .....

FECHA DE REVISIÓN: 30-04-2018

  
 CIP: 158217

**FICHA DE VALIDACIÓN-CUESTIONARIO DE ENTREVISTA**

**OBJETIVO:** Evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L.

**Nombres y apellidos:** Lesly Magaly Suárez Guerra

**TÍTULO:** Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la rentabilidad de la empresa de Transportes & Turismo Emicer E.I.R.L., 2018

PREGUNTAS	TÉCNICA	OPCIÓN DE RESPUESTA	COHERENCIA		CLARIDAD		RELEVANCIA		OBSERVACIONES /RECOMENDACIONES
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1. ¿Cuál es el año de fabricación que tienen los buses?			✓		✓		✓		
2. ¿Existen registros históricos de averías o daños de las unidades?			✓		✓		✓		
3. ¿Con qué frecuencia presentan fallas los buses?			✓		✓		✓		
4. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes de los buses?			✓		✓		✓		
5. ¿Se realizan tareas aisladas de mantenimiento preventivo para la conservación de las unidades?			✓		✓		✓		
6. ¿Existe un plan de mantenimiento en la empresa?			✓		✓		✓		
7. ¿Las reparaciones son tercerizadas y las realizan especialistas?	ENTREVISTA	ABIERTAS	✓		✓		✓		
8. ¿La empresa cuenta con stock de repuestos?			✓		✓		✓		
9. ¿La empresa cuenta con personal calificado para realizar tareas de mantenimiento?			✓		✓		✓		
10. ¿La empresa capacita a sus trabajadores en materia de mantenimiento?			✓		✓		✓		
11. ¿La empresa capacita a sus conductores para el buen uso de los buses?			✓		✓		✓		

OBSERVACIONES: .....

FECHA DE REVISIÓN: 30-04-2018

  
**Jorge A. Irindio Vazquez**  
 ING. MECÁNICO  
 R. CIP. 88717



FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA- JUICIO DE EXPERTOS

DATOS DEL EVALUADOR

APELLIDOS Y NOMBRES:

Inciso Vasquez Jorge

NÚMERO DE COLEGIATURA:

CIP. 88717

PROFESIÓN:

ing. Mecánico

ÍTEMS PREGUNTAS	OBJETIVO	ESCALA EVALUATIVA			OBSERVACIONES
		A	B	C	
1.	Evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa.	✓			
2.		✓			
3.			✓		
4.			✓		
5.			✓		
6.		✓			
7.		✓			
8.		✓			
9.		✓			

Donde:

Escala Evaluativa

A: Totalmente de acuerdo

B: De acuerdo

C: Desacuerdo

  
**Jorge A. Inciso Vasquez**  
 ING. MECANICO  
 R. CIP. 88717

FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA- JUICIO DE EXPERTOS

DATOS DEL EVALUADOR

APELLIDOS Y NOMBRES:

TEJEDA PONCE ALEX DEYUI

NÚMERO DE COLEGIATURA:

CIP 158217

PROFESIÓN:

ING MECÁNICO

ÍTEMS PREGUNTAS	OBJETIVO	ESCALA EVALUATIVA			OBSERVACIONES
		A	B	C	
1.	Evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa.	✓			
2.		✓			
3.		✓			
4.		✓			
5.		✓			
6.		✓			
7.		✓			
8.		✓			
9.		✓			


Donde:

Escala Evaluativa

A: Totalmente de acuerdo

B: De acuerdo

C: Desacuerdo

  
CIP 1

## Anexo 04: Estado de situación financiera año 2017

EMPRESA DE TRANSPORTES & TURISMO EMICER E.I.R.L

RUC:20600479289

### ESTADO DE SITUACION FINANCIERA

Al 31 DE DICIEMBRE DEL 2017

(Expresado en Soles)

<b>A C T I V O</b>		<b>PASIVO Y PATRIMONIO</b>	
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>		<b>PASIVO CORRIENTE</b>	
Caja y Bancos	43,717	Sobregiros bancarios	
Cuentas Cobrar Comerciales - Terceros	19,239	Tributos por Pagar	160,003
Cuentas Cobrar Diversas - Terceros	1,708	Remuneraciones y Participac. por Pagar	35,052
Cuentas Cobrar Diversas - relacionadas		Cuentas Pagar Comerciales - Terceros	8,486
Cuentas Cobrar Person, Accionistas Geren	130,765	Cuentas Pagar Comerciales - Relacionados	
Servicios y Otros Contratados Anticipad	93,180	Cuentas Pagar Accionist Direct y Gerente	
Estimación Cuentas Cobranza Dudosa		Cuentas por Pagar Diversas - Terceros	
Suministros	78,652	Cuentas Pagar Diversas - Relacionados	
Otros Activos Corrientes	19,384	Obligaciones Financieras Corto Plazo	381,195
Activo Diferido	-518,996	Provisiones	
		Pasivo Diferido	
<b><u>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</u></b>	<b><u>-132,350</u></b>	<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b><u>584,736</u></b>
<b>ACTIVO NO CORRIENTE</b>		<b>PASIVO NO CORRIENTE</b>	
Inmuebles, Maquinarias y Equipos	1,587,954	Obligaciones Financieras Largo Plazo	
Depreciación de 1 y 2 e IME Acumulado	-529,341	Provisiones	
Intangibles		Pasivo Diferido	
Activos Biológicos		<b>TOTAL PASIVO NO CORRIENTE</b>	<b><u>0</u></b>
Otros Activos No Corrientes			
<b><u>TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE</u></b>	<b><u>1,058,613</u></b>	<b>TOTAL PASIVO</b>	<b><u>584,736</u></b>
		<b>PATRIMONIO</b>	
		Capital	300,000
		Acciones de Inversión	
		Capital Adicional	
		Resultados No Realizados	
		Excedente de Revaluación	
		Reservas	
		Resultados Acumulados	8,681
		Utilidad del Ejercicio	32,846
		Pérdida del Ejercicio	
		<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b><u>341,527</u></b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b><u>926,263</u></b>	<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b><u>926,263</u></b>

Anexo 05: Estado de ganancias y pérdidas del año 2017

EMPRESA DE TRANSPORTES & TURISMO EMICER  
E.I.R.L

RUC:20600479289

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS  
AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2017  
(Expresado en Soles)

Ventas Netas o Ingresos por Servicios	682,900.00
( - ) Dctos Rebajas y Bonif. Concedidas	
<b>Ventas Netas</b>	<b>682,900.00</b>
( - ) Costo de Ventas	-254,581.78
<b>Resultado Bruto</b>	<b>428,318.22</b>
( - ) Gastos de Ventas	-343,020.20
( - ) Gastos de Administración	-21,139.17
<b>Resultado de Operación</b>	<b>64,158.85</b>
Gastos Financieros	
Ingresos Financieros Gravados	
Otros Ingresos Gravados	
Otros Ingresos No Gravados	
Enajenación de Valores y B. A. F.	
Gastos Diversos	-38,794.86
REI del Ejercicio	
<b>Resultados antes de Participaciones</b>	<b>25,363.99</b>
( - ) Distribución Legal de la Renta	
<b>Resultado antes del impuesto</b>	<b>25,363.99</b>
( - ) Impuesto a la Renta	7,482.38
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO</b>	<b>32,846.37</b>

## Anexo 06: Estado de situación financiera año 2018

EMPRESA DE TRANSPORTES & TURISMO EMICER E.I.R.L

RUC:20600479289

### ESTADO DE SITUACION FINANCIERA

Al 31 DE DICIEMBRE DEL 2018

(Expresado en Soles)

<b>A C T I V O</b>		<b>PASIVO Y PATRIMONIO</b>	
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>		<b>PASIVO CORRIENTE</b>	
Caja y Bancos	43,717	Sobregiros bancarios	
Cuentas Cobrar Comerciales - Terceros	19,239	Tributos por Pagar	160,003
Cuentas Cobrar Diversas - Terceros	1,708	Remuneraciones y Participac. por Pagar	35,052
Cuentas Cobrar Diversas - relacionadas		Cuentas Pagar Comerciales - Terceros	8,486
Cuentas Cobrar Person, Accionistas Geren	130,765	Cuentas Pagar Comerciales - Relacionados	
Servicios y Otros Contratados Anticipad	93,180	Cuentas Pagar Accionist Direct y Gerente	
Estimación Cuentas Cobranza Dudosa		Cuentas por Pagar Diversas - Terceros	
Suministros	78,652	Cuentas Pagar Diversas - Relacionados	
Otros Activos Corrientes	19,384	Obligaciones Financieras Corto Plazo	381,195
Activo Diferido	-518,996	Provisiones	
		Pasivo Diferido	
<b><u>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</u></b>	<b><u>-132,350</u></b>	<b><u>TOTAL PASIVO CORRIENTE</u></b>	<b><u>584,736</u></b>
<b>ACTIVO NO CORRIENTE</b>		<b>PASIVO NO CORRIENTE</b>	
Inmuebles, Maquinarias y Equipos	1,587,954	Obligaciones Financieras Largo Plazo	
Depreciación de 1 y 2 e IME Acumulado	-529,341	Provisiones	
Intangibles		Pasivo Diferido	
Activos Biológicos		<b><u>TOTAL PASIVO NO CORRIENTE</u></b>	<b><u>0</u></b>
Otros Activos No Corrientes			
<b><u>TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE</u></b>	<b><u>1,058,613</u></b>	<b><u>TOTAL PASIVO</u></b>	<b><u>584,736</u></b>
		<b>PATRIMONIO</b>	
		Capital	300,000
		Acciones de Inversión	
		Capital Adicional	
		Resultados No Realizados	
		Excedente de Revaluación	
		Reservas	
		Resultados Acumulados	8,681
		Utilidad del Ejercicio	32,846
		Pérdida del Ejercicio	
		<b><u>TOTAL PATRIMONIO</u></b>	<b><u>341,527</u></b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b><u>926,263</u></b>	<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b><u>926,263</u></b>

**Anexo 07: Estado de ganancias y pérdidas del año 2018**

**EMPRESA DE TRANSPORTES & TURISMO EMICER E.I.R.L**  
**RUC:20600479289**

**ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS**  
**Al 31 DE DICIEMBRE DEL 2018**  
**(Expresado en Soles)**

Ventas Netas o Ingresos por Servicios	682,900.00
( - ) Dcstos Rebajas y Bonif. Concedidas	
<b>Ventas Netas</b>	<b>682,900.00</b>
( - ) Costo de Ventas	-243,104
<b>Resultado Bruto</b>	<b>439,796.00</b>
( - ) Gastos de Ventas	-343,020.20
( - ) Gastos de Administración	-21,139.17
<b>Resultado de Operación</b>	<b>75,636.63</b>
Gastos Financieros	
Ingresos Financieros	
Gravados	
Otros Ingresos Gravados	
Otros Ingresos No Gravados	
Enajenación de Valores y B. A. F.	
Gastos Diversos	-38,794.86
REI del Ejercicio	
<b>Resultados antes de Participaciones</b>	<b>36,841.77</b>
( - ) Distribución Legal de la Renta	
<b>Resultado antes del impuesto</b>	<b>36,841.77</b>
( - ) Impuesto a la Renta	10,868.32
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO</b>	<b>47,710.09</b>



# **ANEXO DE MATRIZ DE CONSISTENCIA**

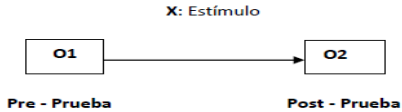


## **MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE INFORME DE TESIS**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LESLY MAGALY SUÁREZ GUERRA**

**FACULTAD/ESCUELA: INGENIERÍA/ INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la rentabilidad de la empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L, 2018
PROBLEMA	¿De qué manera se mejora la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo?
HIPÓTESIS	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L en el año 2018.
OBJETIVO GENERAL	Mejorar la rentabilidad de la empresa de transportes y turismo Emicer E.I.R.L mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Evaluar las condiciones actuales en materia de mantenimiento de las unidades móviles de la empresa.</li><li>2. Identificar mediante el indicador de criticidad, los problemas críticos de las unidades vehiculares.</li><li>3. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las unidades críticas de la empresa.</li><li>4. Implementar y monitorear un plan de mantenimiento preventivo, realizando seguimiento mediante los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.</li><li>5. Determinar los resultados de la implementación del plan de mantenimiento preventivo generados en la rentabilidad de la empresa.</li></ol>

<p>DISEÑO DEL ESTUDIO</p>	<p>La presente investigación es:</p> <p><b>Experimental</b>, porque se implantará la variable independiente (Plan de mantenimiento preventivo), para mejorar la variable dependiente (rentabilidad) mediante un estudio pre- experimental de pre test y post test. (plan de mantenimiento preventivo).</p> <p><b>Pre-Experimental con Pre-prueba y post-prueba</b> En este diseño a un grupo (G) se le evalúa previo a la presentación del estímulo, luego se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo.</p> <p><b>GRUPO EXPERIMENTAL</b></p> <p>G: O1 x O2</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph LR     O1[O1] -- "X: Estímulo" --&gt; O2[O2]     O1 --- P1[Pre - Prueba]     O2 --- P2[Post - Prueba] </pre> </div> <p><b>Dónde:</b></p> <p><b>G:</b> Grupo Experimental, empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L</p> <p><b>O1:</b> Rentabilidad de la empresa de Transportes y Turismo Emicer inicial</p> <p><b>X:</b> Implementación de un plan de mantenimiento preventivo</p> <p><b>O2:</b> Rentabilidad de la Empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L final</p>
<p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La <b>población</b> estuvo constituida por las 20 unidades móviles con las que cuenta la empresa de Transportes y Turismo Emicer E.I.R.L, en el año 2018. La <b>muestra</b> fue censal, debido al número reducido de unidades, siendo su <b>unidad de análisis</b> los buses de la empresa.</p>
<p>VARIABLES</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Rentabilidad</p> <p><b>Variable independiente:</b> Plan de mantenimiento preventivo</p>

<p><b>MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS</b></p>	<p>A nivel descriptivo los datos obtenidos de las encuestas sobre la situación de la empresa en materia de mantenimiento fueron analizados a través del programa de Microsoft Excel y representados en diagrama circulares y de barras.</p> <p>A nivel inferencial, para probar la hipótesis y por ser un estudio pre-experimental, y al tener una variable dependiente cuantitativa se realizó aplicando prueba de Shapiro Wilk y por ser datos menores a 50; ya que fueron 4 datos analizados, que corresponden a los costos por reparación, el resultado determinó que presentaban un comportamiento normal, por lo que luego se aplicó la prueba paramétrica, T-student.</p>
<p><b>RESULTADOS</b></p>	<p>Con la implementación del mantenimiento preventivo que se proyecta para este año se obtuvo un 45% de rentabilidad, dado que hubo una reducción en cuánto a las fallas que tenían los buses de la empresa, y por ende de los costos por reparación</p>
<p><b>CONCLUSIONES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Al evaluar las condiciones de los buses en materia de mantenimiento se determinó que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento, presenta mayor incidencia de fallas en el sistema de frenos.</li> <li>•El análisis de criticidad realizado a las fallas de los buses de la empresa, determinó que 5 de los buses son de clasificación crítica, y los 5 restantes presentan clasificación semi crítica.</li> <li>•El plan de mantenimiento preventivo se realizó a través del análisis de modos y efecto de fallas (AMEF), se evaluó las 25 fallas críticas que presentaban los buses.</li> <li>•Para realizar la implementación del plan de mantenimiento preventivo se proyectaron los fallos y con ello se determinó que la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los buses aumentaron, en el año 2017 la disponibilidad del bus A3T-125 era del 57.78% y en este año es de 79.73%, aumentando un 37%; de la misma manera con su confiabilidad antes era del 70.74% y ahora del 88.66%, aumentó en un 25%.</li> <li>•Se concluye que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo la empresa tuvo un ahorro de S/. 22,032, dado que el año 2017 presentaba costos por reparación de S/. 45,930.00 y al año 2018 sólo de S/. 28,417.60. Asimismo, al realizar la evaluación de las utilidades netas se obtuvo una rentabilidad del 45% en beneficio de la empresa. Cabe resaltar que éstos datos fueron proyectados.</li> </ul>

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Plan de Mantenimiento Preventivo	El plan de mantenimiento preventivo es el conjunto de trabajos de mantenimiento programado que se realizan a un equipo o máquina, esto para cumplir con la confiabilidad, disponibilidad, coste, que tiene como función final maximizar la vida útil de los equipos. (GARCÍA, 2013).	El plan de mantenimiento Preventivo se medirá por Indicadores de mantenimiento.		Cuantitativa
		Criticidad	Criticidad= frecuencia de falla * consecuencia.	
		-Disponibilidad	$Do = MTTF / (MTTF + MTTR)$ .	
		-Confiabilidad	$Co = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
		Mantenibilidad	$MTTR = \sum TRR / \sum F$	
Rentabilidad	Medida del rendimiento que en un periodo dado genera capitales que son usados en el mismo. Comparando la renta generada y los medios usados para alcanzarla. (SÁNCHEZ, 2002).	Ratios de rentabilidad		Cuantitativa
		ROA (Retorno sobre activos)	ROA= Utilidad después de impuestos/Activos totales	
		ROE (Retorno sobre patrimonio)	ROE= Utilidad después de impuestos/patrimonio	
		ROI (Retorno sobre inversión)	ROI = Utilidad antes de impuestos/Activos totales	