



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Industrial**

Implementación de mantenimiento preventivo para mejorar la  
disponibilidad en la flota de buses Golden Dragon de la empresa  
Tracusa, Ate, 2021

**AUTORES**

Gómez Sulca, Fernando Jorge (ORCID: 0000-0001-9804-0868)

Medina De la Cruz, Alfredo (ORCID: 0000-0003-3418-0110)

**ASESOR:**

Mgtr. Villarroel Núñez, Eduardo Julián (ORCID: 0000-0002-1884-2682)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

2021

## Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado a nuestras familias, esposas e hijos por ser un impulso para seguir adelante y así cumplir nuestras promesas de acabar esta hermosa carrera.

## Agradecimiento

Agradecer primeramente a Dios por cuidarnos, guiarnos cada día en nuestra vida universitaria y a nuestras familias por su apoyo incondicional, la orientación constante para el cumplimiento de metas que tenemos por realizar.

Agradezco a nuestro asesor que nos ha transmitido sus conocimientos y tuvo la paciencia para poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

## Índice de Contenido

Carátula

## Índice

Agradecimiento .....	5
INTRODUCCIÓN .....	4
MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 Trabajos Previos .....	10
2.2 Teorías Relacionadas .....	14
METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	21
3.2. Variables y Operacionalización .....	21
3.3. Población, muestra, muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos .....	26
IV. RESULTADOS .....	27
4.1. Análisis actual del mantenimiento.....	27
4.1.1 Plan de mantenimiento .....	29
4.1.2. Historial de fallas.....	31
4.2 Estadística Descriptiva .....	33
4.2.1. Estadística Descriptiva obtenida a nivel general.....	34
4.3 Estadística Inferencial.....	38
V. DISCUSIONES .....	46
VI. CONCLUSIONES.....	47
REFERENCIAS .....	49
ANEXOS.....	53

## Índice de tablas

<b>Tabla 1: Matriz de correlación.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 2: Pareto.....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 3: Ponderación de factores de criticidad.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4: Matriz de operacionalización.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5: Lista de vehículos de la empresa Tracusa.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 6: Lista de operadores de los buses Golden Dragon.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 7: Cronograma y programa del mantenimiento preventivo.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 8: Fallas comunes de los buses .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 9: Análisis de criticidad de los buses.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 10: Tiempo promedio entre fallas y tiempo promedio por reparar.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 11: Indicadores de mantenimiento de los buses Golden Dragon.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 12: Materiales y Requerimientos.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 13: Historial de las fallas en los sistemas de los buses.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 14:Tiempo promedio entre fallas y tiempo promedio por reparar(postest).....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 15: Indicadores de mantenimiento de los buses Golden Dragon (postest).....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 16:Cumplimiento de metas antes y después de la disponibilidad.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 17: Cumplimiento de metas antes y después de la mantenibilidad.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 18: Cumplimiento de metas del antes y después de la confiabilidad.....</b>	<b>39:</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1: Diagrama Ishikawa.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2: Diagrama de Pareto.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3: Tabla de Pareto.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 4: Gráfica de Pareto.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 5: Cumplimiento de disponibilidad antes y después.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 6: Cumplimiento de mantenibilidad antes y después.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 7: Cumplimiento de confiabilidad antes y después.....</b>	<b>37</b>

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general implementar el mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los buses de la marca Golden dragón de la empresa Tracusa. Tuvo una población de 10 buses que realiza el transporte de personal y una muestra de análisis de datos de 12 semanas antes y después para los cálculos de los indicadores del mantenimiento. Se partió de la recolección de los datos como las horas de reparación, horas de operación, así como el tiempo medio entre fallas MTBF y el tiempo promedio por reparar MTTR, estos datos pertenecían a los indicadores del mantenimiento correctivo, además, los datos eran recopilados semanalmente. Se determinó el análisis de criticidad obteniendo 2 buses altamente críticos, se calculó los indicadores del mantenimiento como el de la confiabilidad, que representaba el 66%, mantenibilidad del 74% y disponibilidad del 90%. Luego del análisis de los indicadores se procedió a implementar el mantenimiento preventivo, designándose un área específica en la empresa, así como el requerimiento de los materiales y herramientas como parte del mantenimiento, se determinó un historial de fallas frecuentes, así como la designación de tareas preventivas e inspecciones – chek list, para cada bus, para ello se requirió de 2 técnicos mecánicos quienes relazan las acciones preventivas en cada bus. Luego de dicha implementación se pudo demostrar la mejora obteniendo óptimos resultados en los indicadores del mantenimiento como el de disponibilidad 96.7%, mantenibilidad 81.5% y confiabilidad del 88.3%.

Palabras Clave: Mantenimiento Preventivo, Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad.

## **ABSTRACT**

The general objective of the present investigation was to implement maintenance to improve the availability of the Golden Dragon brand buses of the Tracusa company. It had a population of 10 buses that carries out the transport of personnel and a data analysis sample of 12 weeks before and after for the calculations of the maintenance indicators. It started from the collection of data such as repair hours, operating hours, as well as the mean time between failures MTBF and the average time to repair MTTR, these data belonged to the corrective maintenance indicators, in addition, the data was collected weekly. The criticality analysis was determined obtaining 2 highly critical buses, maintenance indicators such as reliability were calculated, which represented 66%, maintainability of 74% and availability of 90%. After analyzing the indicators, preventive maintenance was implemented, designating a specific area in the company, as well as the requirement of materials and tools as part of maintenance, a history of frequent failures was determined, as well as the designation of tasks. preventives and inspections - check list, for each bus, for this, 2 mechanical technicians were required who list the preventive actions on each bus. After said implementation, it was possible to demonstrate the improvement obtaining optimal results in the maintenance indicators such as availability 96.7%, maintainability 81.5% and reliability of 88.3%.

Keywords: Preventive Maintenance, Availability, Reliability, Maintainability.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchas empresas de diferentes sectores, incluso relacionadas al rubro automotriz, de diferentes partes del mundo, logran obtener un óptimo proceso basado en el mantenimiento preventivo, para que, de esta manera, se puedan evitar problemas en el futuro, o en su defecto corregirlos. Es así, que logran incrementar su producción y generar ganancias sin incrementar excesivamente sus costos por las fallas o problemas ocasionados en sus procesos y/o maquinarias involucradas.

Así mismo, de acuerdo con Hernandez, Pablo, Castillo, Deriel, Torres, Fabienne y Toledo, Vilma, (2020) nos mencionan que el país de Cuba tiene como metas lograr que las averías que surgen de forma inesperada y su respectivo tiempo de reparación de cualquier activo fijo, se logre reducir gracias al mantenimiento preventivo, además, lograr que estos componentes prolonguen su vida útil con un ahorro de energía y recursos, para de esta manera se logre una mejora continua, además de calidad y eficiencia en sus servicios.

De forma similar, Málaga (2016) nos menciona que en nuestro país, las empresas logran generar mayor productividad en sus procesos a través del mantenimiento preventivo, sin embargo, en el ámbito de transporte urbano, pocas son las empresas que se encuentran con un plan correctamente implementado o en su defecto, no lo presentan, razón por la cual, se puede evidenciar los problemas que arrecia nuestra capital, tales como alta accidentalidad, contaminación ambiental, infraestructura mal diseñada, inadecuado equipamiento, desperfectos continuos, circulación de vehículos antiguos, entre otros, que nos coloca como una de las ciudades con pésima calidad en transportes.

Así mismo Martínez (2017), nos menciona que, en el Perú, el transporte en buses para el público, es fundamental y con mayor relevancia en las regiones de Lima y Callao, ya que estas representan un 77% de los viajes que se realizan, logrando transportar alrededor de 9,32 millones de pasajeros por día, según datos del ministerio de transportes y comunicaciones. Además, debido al crecimiento de la población, se ha logrado generar requerimientos de transportes

que responden a las necesidades de baja productividad que estos presentaban, viéndose mejorados con un sistema de buses de tamaño mediano o pequeño, bajo costo, mediana velocidad y elevada flexibilidad. Posteriormente, a mediados de la década de los 90, se han generado y dado conocer estudios técnicos y financiamientos de distintos proyectos que daban soluciones al transporte urbano, como, por ejemplo, las soluciones de trenes eléctricos, corredores rápidos de la línea metropolitana y las nuevas vías, además de los bypass y puentes y otras vías como transporte alternativo. Cabe resaltar que, el mantenimiento es definido como la toma de acciones o las actividades dirigidas a mantener o reparar un componente, para que lleve realizando una función importante, siendo esta definición en el campo de transporte, una parte trascendental para lograr un mejor funcionamiento, y así, no generar accidentes o desperfectos, que afecten con la integridad de las personas o las vías públicas, como se puede notar en la ciudad de Lima debido al excesivo número de accidentes vehiculares que esta presenta.

La empresa Tracusa E.I.R.L, es una organización medianamente constituida por 150 trabajadores. Realiza trabajos en el diseño y fabricación de estructuras metálicas para camiones y furgones de carga, además, de realizar servicio de transporte privado a distintas empresas y personal mismo. Tracusa E.I.R.L, está ubicada en el distrito de Ate, Lima, y ha ido creciendo en los últimos años considerablemente gracias a su ventaja competitiva, por lo que destaca en su diseño de fabricación de estructuras realizadas a medida del cliente. Además, la empresa Tracusa E.I.R.L cuenta con una flota de 10 buses de marca Golden Dragon, encargadas de transportar al personal de la empresa a diferentes puntos de la capital y realizar el servicio de transporte a otras empresas privadas. Sin embargo, la empresa ha ido presentado varios problemas en estos últimos años con referencia a sus unidades de transporte, ya que constantemente están presentando desperfectos mecánicos por el ausentismo de una planificación de mantenimiento y el mal manejo de algunos operadores. Esto ocasiona que la unidad ingrese a un mantenimiento correctivo en varias ocasiones sin lograr cumplir con su tarea establecida, generando así, gastos adicionales a la empresa al realizar transbordos y demoras en este proceso.

Tracusa E.I.R.L, presenta muchas fallas en sus buses, como consecuencia la disponibilidad se ha visto afectada directamente. Según Huidobro (2017) menciona que para el éxito de una empresa de buses su disponibilidad en promedio debe alcanzar al menos el 95%. No obstante, se presentan constantes detenciones de las unidades en plena ruta. Al presentarse esta condición la operación de transporte pierde rentabilidad, debido a que por un lugar los buses no cumplen con las expectativas y por otro lugar, están en el taller, de modo que para solucionar las fallas es imprescindible realizar cierta inversión.

Por otro lado, ante los episodios de problemas presentados por fallas mecánicas y la falta de planificación registrado en los últimos años de la empresa, han propiciado de manera directa en la baja disponibilidad de los buses, generando paradas no programadas y gastos para la empresa. De esta manera, resulta de gran interés generar un plan de acción con el fin de solucionar estas problemáticas, de modo que se puedan obtener resultados positivos para la empresa. Para evaluar las causas de la baja disponibilidad de las unidades se realizó una lluvia de ideas de las cuales fueron descritas en el cuadro de la matriz de correlación. Esto para identificar los problemas más comunes que generan una baja disponibilidad en los buses de la empresa Tracusa E.I.R.L

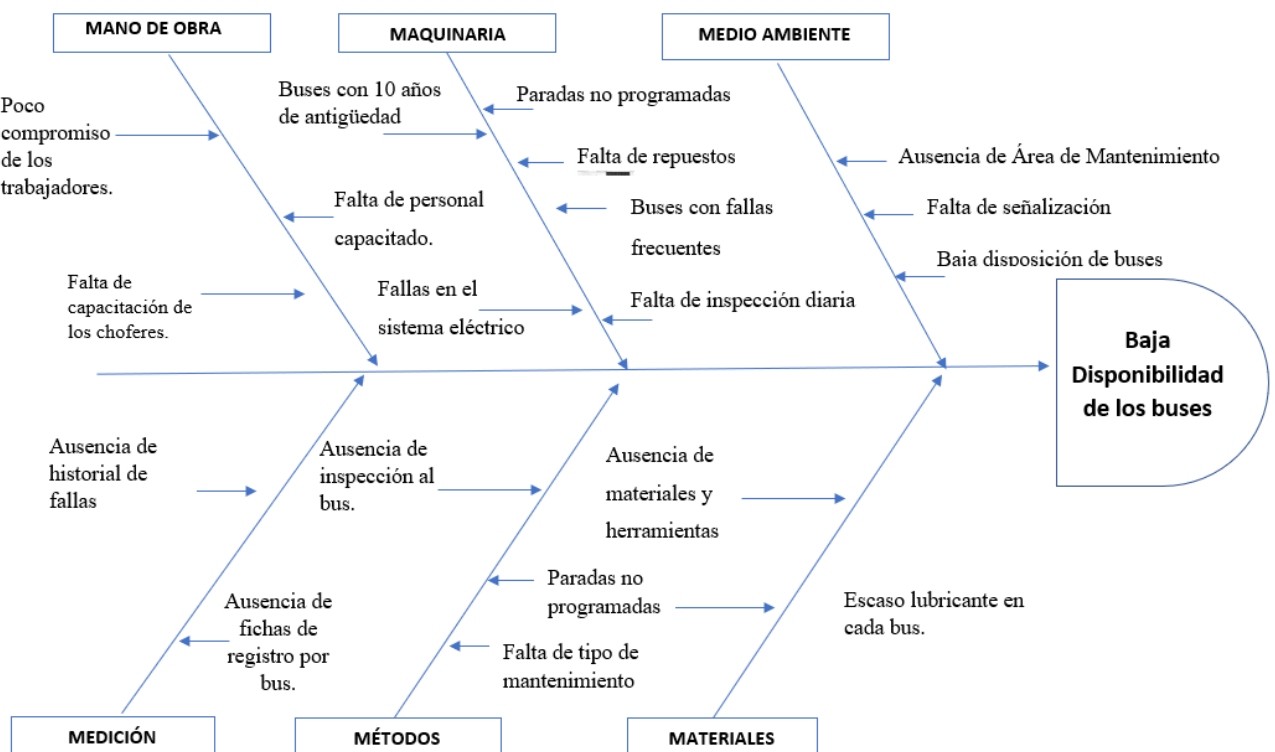
**Gráfico 1. Matriz de correlación**

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	Puntaje	%Ponderado
P1	Problemas mecánicos continuos en las unidades	P1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	7	9%
P2	Ingreso de bus al mantenimiento correctivo	P2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	7	9%
P3	Ausencia de mantenimiento preventivo	P3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11	13%
P4	Disposicion ineficiente de unidades	P4	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	6	7%
P5	Paradas imprevistas por desperfectos mecánicos	P5	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	5	6%
P6	Baja disponibilidad de los buses Golden Dragón.	P6	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	10	12%
P7	Personal insatisfecho en el transporte	P7	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	8	10%
P8	Incumplimiento con los horarios de trabajo de las unidades	P8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2%
P9	Clientes insatisfechos en el servicio de transporte	P9	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	7	9%
P10	Plano de control de unidades ineficiente	P10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	4%
P11	No hay supervision adecuada	P11	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	6%
P12	No hay registros de calidad	P12	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	6	7%
P13	Falta señalizacion de equipos de seguridad	P13	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	5	6%
															82	100%

**Fuente: Elaboración Propia**

En el gráfico 1. Para realizar un mejor diagnóstico de las variables problema más frecuentes en el área de transporte de personal, se realizó una encuesta a más de 10 trabajadores que laboran unidades de transporte de personal, de las cuales se logra apreciar en el gráfico 1 una ponderación mayor a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo y también a la baja disponibilidad de los buses ocasionada por los constantes desperfectos mecánicos. Tomando estos datos anteriores en consideración se opta por realizar la Matriz de Ishikawa para ahondar más en las causas posibles del problema.

**Gráfico 2. Matriz de Ishikawa**



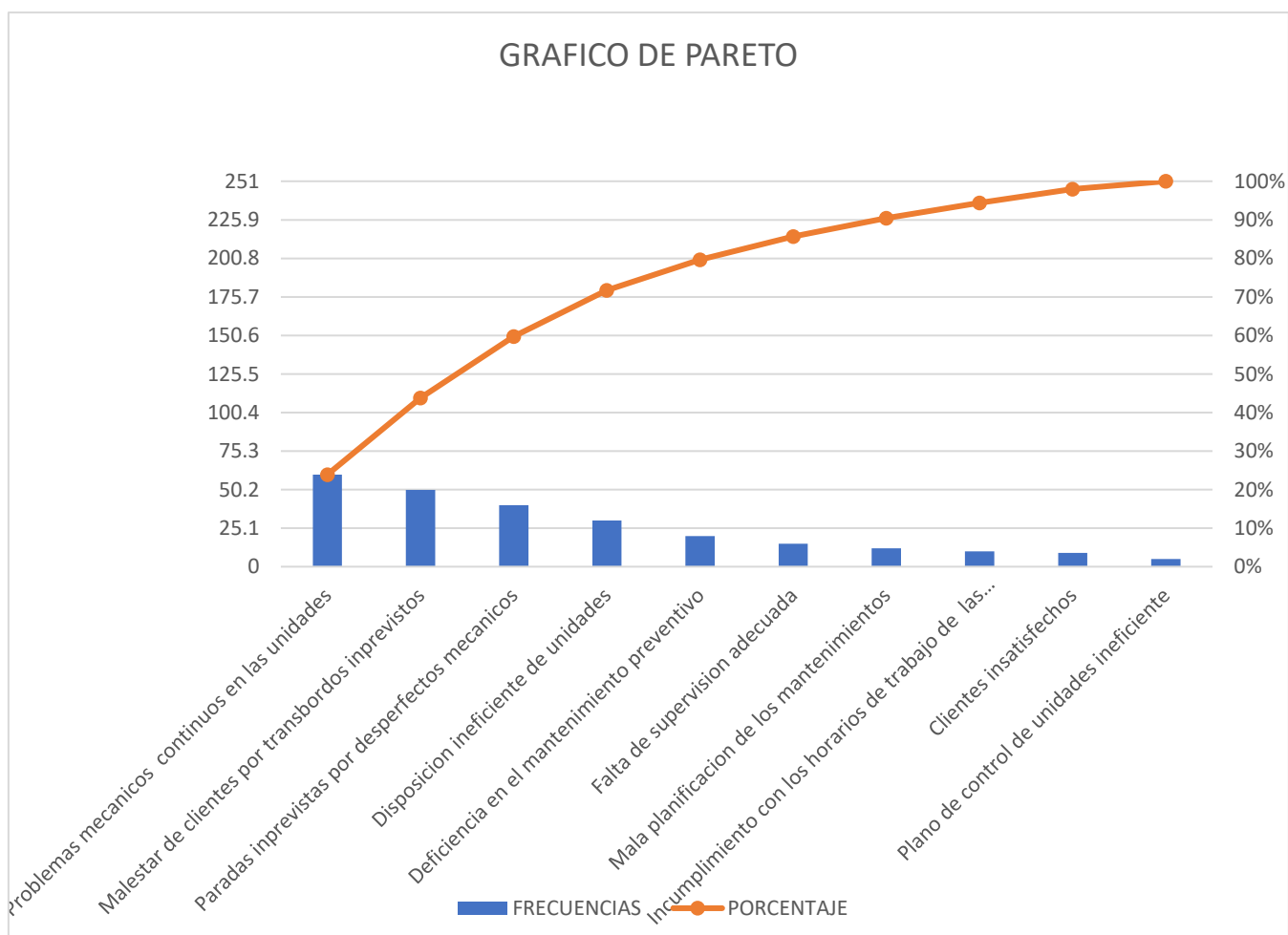
**Fuente: Elaboración propia**

En el gráfico 2, Diagrama de Ishikawa se observan las causas que dan como efecto una baja disponibilidad de los buses en la empresa Tracusa E.I.R.L. Gracias a este diagrama se visualiza que se presentan problemas en los buses, un deficiente método de trabajo y se refleja en la ausencia de un programa de mantenimiento. Estos factores serán ilustrados estadísticamente en el siguiente diagrama de Pareto.

**Gráfico 3. Tabla de Pareto**

Nombre	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
Problemas mecánicos continuos en las unidades	70	23%	70	23%
Paradas no programadas por fallas	66	21%	136	44%
Ausencia de mantenimiento preventivo	55	18%	191	62%
Disposicion ineficiente de unidades	45	15%	236	77%
Paradas inprevistas por desperfectos mecánicos	20	7%	256	83%
Falta de supervision adecuada	15	5%	271	88%
Personal insatisfecho	12	4%	283	92%
Incumplimiento con los horarios de trabajo de las unidades	10	3%	293	95%
Clientes insatisfechos	9	3%	302	98%
Plano de control de unidades ineficiente	5	2%	307	100%
Total	307	100%		

**Gráfico 4. Gráfico de Pareto**



**Fuente: Elaboración propia**

En el gráfico 4. Se visualiza como resultado del cálculo estadístico realizado un alto porcentaje de la medición y métodos que se realizan en la empresa obtenido

por el alto índice de sus frecuencias que son parte del 80% de los problemas que afectan directamente a la disponibilidad.

Un plan de mantenimiento preventivo promete la capacidad de efectuarse eficientemente en su desarrollo, lo cual asegura la producción y el mantenimiento de los buses de manera que se logre incrementar la vida útil de estos.

Esta investigación propone mejorar la disponibilidad de los buses en la empresa Tracusa, con la implementación de un mantenimiento preventivo, cuya finalidad es reducir fallas y retrasos en los servicios que brinda la empresa. Con todos los problemas expuestos, en relación a los buses de la empresa, y a partir de los datos analizados, surge la pregunta de investigación: ¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en la flota de buses Golden Dragón de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021? ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los buses de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021? ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los buses de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021?

Según Parra, Crespo(2012), nos mencionan que el objetivo del mantenimiento preventivo, es el de lograr una mayor disponibilidad de nuestros buses para poder cumplir con los objetivos de la empresa, para ello definimos como objetivo general, implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los buses Golden Dragón en la empresa Tracusa, además de nuestros objetivos específicos, implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los buses e implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la mantenibilidad de los buses en la empresa Tracusa. Además de generar el planteamiento de nuestras hipótesis: La implementación del mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de los buses de la empresa Tracusa. La implementación del mantenimiento preventivo mejorará la confiabilidad de los buses de la empresa Tracusa. La implementación del mantenimiento preventivo mejorará la mantenibilidad de los buses de la empresa Tracusa.

Bernal (2006) indica, “Toda investigación está canalizada en la resolución de algún obstáculo o problemática, por consiguiente, es de suma importancia justificar, o explicar, las razones que merecen como tal la investigación. De la misma manera debe determinarse su involucramiento o dimensión para entender su viabilidad”(p.106).La presente investigación surge como necesidad de implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los buses en la empresa Tracusa, por la cual, esta investigación se fundamenta teóricamente, ya que somete a prueba los indicadores relacionados al mantenimiento preventivo en la empresa, se justifica de manera práctica porque se procede a implementar un mantenimiento preventivo que le permite a la empresa reducir sus fallas en sus vehículos, asimismo, se justifica económicamente ya que los resultados le permitirá a la empresa reducir los costos asociados a otros tipos de mantenimientos, y por último se justifica de manera social porque dicha implementación de mantenimiento reducirá fallas en los vehículos, reducirá paradas innecesarias mejorando el transporte y la calidad del servicio.

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Trabajos Previos**

En relación a este trabajo de investigación se muestran los siguientes trabajos que ayudarán a enriquecer nuestra investigación, de esta manera, se muestran las investigaciones previas que hacen referencia al mantenimiento, así pues:

Ballester, Olmeda, Macian y Tormos (2017), en su estudio referido como “Mantenimiento en las flotas de transporte”, refieren que entre los fines de una empresa de transporte público deben de considerarse la seguridad, ante todo, la comodidad, el cumplimiento y la calidad de servicio, motivo por el cual es de sumo interés que las empresas cuenten con un plan que garantice la disponibilidad y la confiabilidad de los vehículos, atribuyen de ese modo a la eficiencia de las mismas. Exhortan que es una práctica común optar al mantenimiento correctivo ante la ocurrencia de fallas, generando en elevados gastos y especialmente en el paro del servicio. Contribuyen que las empresas deben contar con un plan de mantenimiento que potencie mantenimiento predictivo, disminuyendo el mantenimiento sistemático y el mantenimiento

correctivo, para lo cual es aceptable la implementación de una Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) que cuenten con módulos de sistemas expertos en mantenimiento predictivo.

Por otro lado Vasques (2016) en su investigación titulada sistema de gestión de mantenimiento que se basa en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria de línea amarilla en la empresa representaciones y servicios técnicos américa S.R.L Trujillo, sometió a evaluación 14 maquinarias que presentaba 1768 horas de reparación lo cual originaba pérdidas económicas para lo cual, realizó un programa de mantenimiento basado en riesgo, en base a hojas de información y decisión, para mejorar los indicadores de mantenimiento, y logro obtener óptimos resultados aumentando la disponibilidad de 87.71 a 92.23 , confiabilidad de 78.33% a 87.05% y mantenibilidad de 12.83 a 12.94%.

Según Buenaño, Luis ( 2016) en una investigación titulada “Plan de gestión de mantenimiento que se basó en el diagnóstico de los índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los trenes tipo BBB 2400 de Ferrocarriles del Ecuador Empresa Pública”, utilizó una metodología (CMD) para medir los indicadores de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad, mediante el análisis con software estadístico ,tuvo como muestra 8 locomotoras y obtuvo un resultado cuya mantenibilidad presentaba un valor de 68.80% y una disponibilidad del 73.30%. Se detectó fallas críticas a nivel del sistema eléctrico y neumáticos, para posteriormente realizar el diseño de nuevas tareas y procedimientos de mejora, acompañadas con una capacitación al personal de mantenimiento, con la finalidad de incrementar los niveles de los indicadores confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Según López, Jorge, Trinchet, Carlos, Pérez, Roberto y Vargas Javier, (2020) en una investigación denominada procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera, tuvo como objetivo evaluar la función de mantenimiento en la flota de transportes, utilizando distintos métodos del mantenimiento así, como los indicadores de confiabilidad, tomó como muestra el 73 vehículos marca Hyundai más comerciales, logrando determinar los estados críticos así como las acciones preventivas como parte del mantenimiento, además analizó su disponibilidad que representaba el 56,1%



permitiéndole identificar que las mayores fallas ocurren en los motores, ruedas y frenos representando el 70%, además, logró implementar acciones preventivas así como determinar las piezas críticas que ocasionan los bajos niveles de los indicadores, tales como la fiabilidad y disponibilidad.

Según Díaz, Juan (2020), en una investigación titulada “Implementación del Plan de mantenimiento preventivo para optimizar la confiabilidad de la flota de buses de marca Scania de la empresa Turismo Díaz, S.A”, como objeto principal, el incrementar la confiabilidad con la implantación del mantenimiento preventivo. Su investigación tuvo como muestra 10 unidades de buses, en la cual, realizó un diagnóstico de las flotas, recolectó datos como la cantidad de fallos y el tiempo para reparar en cada unidad, además de la confiabilidad, cuyo valor representaba el 88,62% y cuya disponibilidad era menor al 70%. Luego de la implementación de dicho mantenimiento se obtuvo un claro progreso en los indicadores MTBF Y MTTR, además una confiabilidad cuyo valor fue de 92.76%, y se aumentó la disponibilidad en un 22.05%, finalizando con un análisis económico favorable para la empresa.

Según Rodríguez, Emilio, Bonet, Carlos y Pérez Liyen (2013), en un artículo titulado “propuesta de sistema de mantenimiento a unidades de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga”, tuvo como finalidad proponer nuevos métodos del mantenimiento para sus unidades vehiculares, permitiéndole tomar decisiones acertadas de acuerdo a la información cuantitativa recolectada, lograron diseñar nuevos formatos de entradas y salidas del que permitan un óptimo beneficio. Estos estudios fueron aplicados a algunas empresas que lograron incrementar en un 5% su disponibilidad, así como el valor de su confiabilidad, además de lograr un beneficio costo de 2.62 para posteriores implementaciones, demostrando así el aumento de la disponibilidad, así como el buen funcionamiento estable de las unidades durante su trabajo.

Según Afsharnia, Fatemeh, Marzban, Afshin y Asoodar, Mohammadamin en una investigación titulada Mantenimiento preventivo, Optimización de la máquina cosechadora de caña de azúcar basada en la confiabilidad de la red FT Bayesiana, realizó un estudio en fallas comunes de 168 máquinas cosechadoras de caña de azúcar, por un periodo de 12 años, usó el algoritmo para predecir la

confiabilidad y estimar los retrasos en la producción, obteniendo una reducción en la confiabilidad en 31.08% por la cual, se obtuvo una pérdida de tiempo de trabajo del 26% en los años 2018-2019 en temporada de cosecha.

La investigación realizada por Suárez (2018) titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la rentabilidad de la empresa de transportes y turismo Emices E.I.R.L, 2018, buscó mejorar la rentabilidad basada en el método de análisis de modo y efecto de fallas. Su investigación tuvo una población de 20 buses y como muestra 5, cuyos índices de criticidad eran los más altos, Utilizó técnicas como encuestas, entrevistas y análisis documental, teniendo como uso de instrumentos el cuestionario y estados financieros; obteniendo como conclusión que la empresa no realizó ningún tipo de actualización ni capacitación a sus colaboradores en temas de mantenimiento y que los problemas más frecuentes se presentaban en el sistema de frenos, de esta manera, con su proyección, logró mejorar la rentabilidad en un 45%.

Según Fernández (2016), en su investigación “Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para la empresa Explotec S.A.” para obtener el título de ingeniería en mantenimiento Industrial, instituto tecnológico de Costa Rica, explica que el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para la empresa Explotec, deriva en acoplar el mantenimiento al sistema de trabajo de la empresa, para esto primero se deben encontrar las razones del porque no se logra tomar la decisión en los planes de mantenimiento. Para se procedió con un análisis del estado actual, tanto de la organización de la empresa como del mantenimiento realizado, mediante la aplicación de normas descritas por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) 2500-93

Por otro lado, la investigación de Villacrés (2016) llevada a cabo en Ecuador, denominada “Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de RCM para el la maquina Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Municipal Etapa Ep”, nos presenta un clase de método de investigación de tipo deductivo; en donde se realizaron encuestas al personal y el análisis de los datos obtenidos; también se llevó a cabo el análisis de criticidad para diferenciar los equipos críticos, siendo el de mayor riesgo la parte del armazón (chasis), luego se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de falla del vehículo(AMEF)

de los sistemas que comprende la máquina, como el sistema de frenos, suspensión, eléctrico, dirección, hidráulica; luego se elabora el plan de mantenimiento, resultando acortar un 45% el porcentaje de las fallas y a su vez el 80% de costos.

## **2.2 Teorías Relacionadas**

Para realizar nuestra investigación, recurrimos a las respectivas teorías que nos fundamentan los siguientes autores:

Según Viveros, Pablo, Stegmaier, Raúl, Kristjanpoller, Fredy, Barbera, Luis, Crespo, Adolfo (2012) todo mantenimiento está destinado a lograr un correcto desempeño en la respectiva gestión, y que además logre conseguir las finalidades y metas que requiere la empresa, de esta manera, la inserción de un plan de mantenimiento, se ha convertido en un tema de investigación porque es de vital interés para las empresas. De acuerdo a Sindhu, Vijay y Manojkumar (2013) Llamamos mantenimiento al conjunto de acciones importantes que se necesitan para restaurar o conservar una determinada pieza, máquina o sistema, adecuándose a un nivel operable especificada en su vida útil desarrollado al máximo, es también, un trabajo de seguimiento para lograr condiciones adecuadas. Esto conlleva a pensar que el mantenimiento debe ser utilizado como una acción para evitar que cualquier tipo componente o de dispositivo falle para poder arreglar el problema que normalmente presenta, de esta manera, para lograr que obtenga el funcionamiento adecuado.

Dentro del mantenimiento, existen diversos tipos, tales como el mantenimiento preventivo, que puede definirse según Flores et-al. (2013) como un tipo de mantenimiento cuya finalidad se centra en hallar y corregir en el menor tiempo posible los problemas antes que ocasionen una falla. Otro concepto cercano, sería definido como una lista de actividades que realizan los operarios, encargados y todos los usuarios, para garantizar que las maquinarias, equipos, vehículos, edificios, puedan funcionar correctamente, y así se dé conocer su confiabilidad y logren operar en condiciones óptimas de seguridad, ya que se determinó su estado y sus niveles de funcionabilidad, hallando de esta manera, la disminución en el tiempo muerto, menor cantidad de existencia en almacenes y reducción de costos.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, tales como el mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo entre otros. En nuestro estudio, nos enfocaremos al mantenimiento preventivo, en la cual, López y Salazar (2020) nos mencionan que un mantenimiento preventivo es aquel en donde se ejecuta diversas actividades o tareas como la inspección, pruebas y rutinas en donde se logra identificar, minorar o eliminar todo tipo de falla o problema que esté pronto a suceder. Cabe resaltar, que estas actividades siempre se encontrarán en las indicaciones y recomendaciones que nos proporcionan los fabricantes, la expresión del personal y procedimiento técnico respectiva.

Otra definición del mantenimiento preventivo según Boliang Lin, Jianping Wu, Ruixi Lin, Jiayi Wang, Hui Wang y Xuhui Zhang (2019), es aquel que tiene como principal objetivo mejorar la confiabilidad, y disponibilidad de un sistema, que pueda ser sometido a mantenimiento, sujeto a diversos campos. Por lo general este tipo de mantenimiento es costoso, porque se requiere un determinado personal y una serie de equipamientos necesarios que desarrollen dicho mantenimiento, además, que, en su aplicación, el proceso pueda estar paralizado, generando un estado de improductividad. Sin embargo, una forma de reducir estos costos de mantenimiento, es tener un diseño adecuado y bien estructurado, a pesar de que suela representar un desafío, debido al problema que vamos a solucionar.

Según Mesa, menciona que la disponibilidad, es el objetivo primordial del mantenimiento, es definida como la confianza de que un sistema o equipo que haya sido sometido a mantenimiento y logre una adecuada operación o función dentro del tiempo establecido, este valor se expresa en el tiempo en que el equipo esté listo para poder operar. Además, dichos autores nos mencionan que, si deseamos mejorar o aumentar el valor de la disponibilidad de nuestro equipo debemos llegar a aumentar el tiempo medio entre fallas MTBF, que vendría a ser, la relación existente del número de horas operadas entre el número total de fallas presentadas y lograr reducir el tiempo promedio para reparar MTTR, calculada la relación entre el número total de horas en reparación entre el número de fallas presentadas. De esta manera se cumplirá con el objetivo del mantenimiento preventivo.

Según Medrano, González y Díaz (2017) La disponibilidad es un indicador de generalizada que considera la confiabilidad y el mantenimiento de los equipos reparables. La disponibilidad la define como la posibilidad de que un equipo reparable tenga o mantenga sus funciones especificadas en un estado normal bajo condiciones específicas de uso, bajo condiciones de mantenimiento especificadas para mantener, en un instante de tiempo establecido. Para dichos cálculos, utilizaremos las siguientes fórmulas proporcionadas por nuestros autores:

Cálculo del tiempo medio entre fallas (MTBF), expresada en horas/fallas.

$$MTBF = \frac{\# \text{ Horas operadas}}{\# \text{ Fallas}}$$

Cálculo del tiempo promedio para (MTTR), expresada en horas/ fallas

$$MTTR = \frac{\# \text{ Horas en reparación}}{\# \text{ Fallas}}$$

De esta forma, aplicamos la siguiente fórmula para el cálculo de la disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Dentro del mantenimiento preventivo, se someten a prueba diversos indicadores para cumplir el objetivo de la disponibilidad, para ello, Cervantes, Casanova y Zavala (2019), nos mencionan que la **criticidad** es la implementación basada en la operación de los equipos y de los datos obtenidos de nuestros equipos a mantener, realizando una correcta clasificación mediante una inspección visual y auditiva de cada componente. Además, se debe considerar el tiempo de vida de cada equipo, así como su duración y el lugar de trabajo al que son sometidos. De esta manera, se asegura la confiabilidad y disponibilidad.

Según Martínez y Álvarez (2019), nos mencionan que realizar un estudio sobre criticidad, permitirá detectar las fallas recurrentes en un sistema, y se utilizará para jerarquizar los equipos, sistemas e instalaciones, de esta manera se

determinará el tipo de evaluación, para la aplicación de un determinado procedimiento.

Por consiguiente, nos ayudaremos de la siguiente fórmula proporcionada por nuestros autores, que nos permitirá calcular la criticidad.

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FF} * \text{CC}$$

Dónde:

FF: Frecuencia de fallos

CC: consecuencias.

Además, las consecuencias (CC) están determinadas por las siguientes variables:

$$\text{(CC)} = \text{IO} \times \text{FO} + \text{CM} + \text{ISAH}$$

Dónde:

IO: Impacto de operacionalización

FO: Flexibilidad de la Operacionalización

CM: Costo de Mantenimiento

ISAH: Impacto de la seguridad, ambiente e higiene.

Para poder calcular el valor de criticidad, debemos ponderar los puntajes mediante el siguiente cuadro.

**Tabla N°3 Ponderación de factores de criticidad.**

condiciones

Tipo De Variable	Variable Evaluada	Puntaje
Frecuencia de fallas (FF)	Pobre a Mayor: 4 fallas por año	4
	Promedio:2-3 fallas por año	3
	Buena: 1 – 2 fallas por año	2
	Excelente: Menos de 1 falla por año	1
Costo de Mantenimiento (CM)	Mayor o igual a \$60.000	2
	Inferior a \$20000	1
Impacto Operacional (IO)	Parada de toda la Planta	10
	Parada del sistema o sección y tiene repercusión en otros sistemas	7
	Impacta niveles de Inventario	4
	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
Impacto, Seguridad ambiente y higiene (ISAH)	Afecta seguridad humana tanto interna como externa y requiere de la notificación de agentes internos y externos de la organización.	8
	Afecta el ambiente e instalaciones	7
	Afecta Instalaciones causando daños severos	5
	Provoca daños menores	3
	No provoca ningún daño a personas, medio ambiente e instalaciones	1
Flexibilidad Operacional (FO)	No existe opción de producción ni repuesto disponible para compra	4
	Hay opción de fabricación del repuesto	2
	Hay repuesto en almacén	1

**Fuente: (Cervantes et-al, 2019).**

Otro de los indicadores contemplados en el mantenimiento preventivo en relación a la disponibilidad, es el de **confiabilidad**, respecto a ello, Mesa Dairo, Ortiz, Yesid, Pinzón, Manuel (2006), nos mencionan que el término **confiabilidad**, la podemos definir como la confianza existente para que un sistema, equipo o componente logre desarrollar su rol necesario, en un etapa de tiempo ya establecido y impuesto a condiciones ya estandarizadas que desarrollen su operación, además, se puede entender como confiabilidad, a una probabilidad de cierta característica , que pueda lograr su función requerida en un tiempo predeterminado y con el respectivo uso definido.

Según Bazovsky, citado por Gasca, Mayra, Camargo Luis y Medina, Byron (2018), nos mencionan que la confiabilidad que genera un equipo está determinada por las frecuentes fallas con la que se presentan en el tiempo, es así, que de no presentar fallas, el equipo es considerado totalmente confiable, pero, si la frecuencia de fallas es menos probable, se considera una confiabilidad aceptable, por consiguiente, de presentar una alta frecuencia, se determina que el equipo poco confiable. La confiabilidad que presenta un equipo puede ser calculado de la siguiente manera:

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

Dónde:

C(t): Confiabilidad de la maquina en un tiempo t dado

e: definida como contante Neperiana (e=2. 303..)

$\lambda$ : Tasa de fallos (número total de fallos por período de operación)

t: el tiempo

Como el valor de  $\lambda$  nos muestra una relación entre el número de problemas por tiempo o periodo de operación, esta puede ser calculada como:

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

Este indicador se mide en horas, se calcula primeramente el MTBF para después realizar el cálculo de la confiabilidad, definida por nuestros como:

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

Otro indicador del mantenimiento para asegurar la disponibilidad, es definido como **Mantenibilidad**, según Constantino (2019) menciona que es algo característico innato de un cuerpo, asociado a su suficiencia de ser reestructurado para el servicio se lleva a cabo las actividades del mantenimiento muy importantes bajo condiciones establecidas, con medios y procedimientos



idóneos, la cual recae su función original nuevamente. Según Mesa et-al, el índice mediante las cuales se puede especificar la mantenibilidad está directamente relacionadas periodos de tiempo en el cual los diferentes sistemas se encuentren en el proceso de reparación (MTTR) y ocasionalmente debido a este tiempo no es constante se utilizan medidas tales como: Tiempo medio entre fallas (MTBF). Para el cálculo de la mantenibilidad debemos calcular la tasa de reparación calculada como  $\mu$ :

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

De esta forma, podremos calcular el valor de la mantenibilidad mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde:

M(t): se toma como función de mantenibilidad, que toma la postura para la posibilidad de reparación para comenzar en el tiempo  $t=0$  y sea culminada exitosamente en el tiempo  $t$  (periodo de tiempo de la reparación).

e: tomando como constante Neperiana ( $e=2.71828$ )

$\mu$ : Tasa de reparaciones o numeración total de trabajos de reparación concluidas con relación a la totalidad de horas de reparación equipo.

t: tiempo estimado de reparación

Gracias al uso del mantenimiento preventivo se podrá obtener la disponibilidad óptima de la flota de buses de la empresa TRACUSA. EIRL, reduciendo las horas de paradas de trabajo no programadas y llevando el correcto uso de las horas de mantenimiento, beneficiando grandemente a la empresa y ofreciendo un mejor y eficiente servicio a sus colaboradores y terceros.

## **MÉTODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Dentro la metodología de este proyecto de investigación se desarrolla el análisis del estado actual de la empresa de transporte Tracusa E.I.R.L. Luego se dará el diseño de la propuesta de optimización para el proceso de mantenimiento preventivo.

Debido a su afinidad del tipo de investigación a llevar a cabo se le dice que es una investigación del tipo aplicada porque se emplearan la información de investigaciones básicas para lograr mejorar la disponibilidad atreves de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Tracusa E.I.R.L.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**V1: Mantenimiento Preventivo (MP).** Correspondiente a la variante independiente de tipo cuantitativa.

**V2:. Disponibilidad.** Comprende a la variable dependiente de tipo cuantitativa.

Gracias a la identificación oportuna de las variables de nuestro proyecto de investigación podemos realizar la matriz de operacionalización correspondiente.

**TABLA N° 4: Matriz de Operacionalización**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente</b>  <b>Mantenimiento Preventivo</b>	Tipo de Mantenimiento que corrige en el menor tiempo posible los problemas antes que ocasionen una falla, además es definido como una lista de actividades que realizan todos los usuarios, para garantizar que las maquinarias, equipos, puedan funcionar correctamente y logren operar en óptimas condiciones (Flores, et.al, 2014, p.12):	El mantenimiento preventivo es una serie de actividades planificadas y coordinadas hacia la eficiencia para que las unidades y/o equipos continúen operando normalmente.	<b>MTBF (Tiempo Medio entre fallas)</b>	$MTBF = \frac{\# \text{ Horas operadas (TBF)}}{\# \text{ Fallas presentadas}}$	Razón
			<b>MTTR (Tiempo total para reparar)</b>	$MTTR = \frac{\# \text{ Horas en reparación (TTR)}}{\# \text{ Fallas presentadas}}$	Razón
			<b>CRITICIDAD</b>	$CRITICIDAD = \text{Frecuencia de fallas}^* \text{Consecuencias}$	Razón
			<b>Tareas de Mantenimiento</b>	Recolección de fallas Establecer tareas preventivas Establecer tiempos de ejecución	Razón

<b>Variable Dependiente</b>  <b>DISPONIBILIDAD</b>	“La disponibilidad, tiene como objetivo principal referente al mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, y se ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado” (Scientia Et Technica,2006)	La disponibilidad mide el rendimiento de los equipos en un tiempo determinado en función de su confiabilidad y mantenibilidad	<b>CONFIABILIDAD</b>	$C = \frac{e^{-\lambda * t}}{100}$ $\lambda = 1/MTBF \text{ (fallas/horas)}$ $t = TBF + TTR \text{ (horas)}$	Porcentual
			<b>MANTENIBILIDAD</b>	$M(t) = 1 - e^{-\mu \cdot t}$ <p>Donde: <math>\mu = 1/MTTR</math></p> $t = TBF + TTR \text{ (horas)}$	Porcentual

### **3.3. Población, muestra, muestreo.**

El lugar en estudio a realizar la implementación del proyecto es la empresa Tracusa E.I.R.L. se ubica en el distrito de Ate Vitarte, Lima-Perú, esta empresa se presenta en el rubro de transporte, realizando el servicio de traslado de personal.

La población del presente trabajo de investigación, serán las 10 unidades de los buses modelo XML6105J13CN de la marca Golden Dragon de la empresa Tracusa S.A.C.

La muestra escogida para este estudio en los buses que transportan al personal de la empresa, se considera un tiempo de 12 semanas antes de la implementación y 12 semanas después de dicha implementación.

El método del presente trabajo, es el muestreo probabilístico por conveniencia, ya que son los vehículos que serán sometidos a la implementación del mantenimiento preventivo, por lo que están expuestos a fallas o averías. La unidad de medida a utilizar es la unidad vehicular.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En la presente investigación la técnica a emplear es de fuente primaria, se utilizará la observación de los equipos en sus diferentes estados, que nos permita identificar y recolectar datos numéricos en función al comportamiento de los buses. Se recolectarán la información mediante el uso de Fichas de registro, llamadas también como check list. En estas se visualizarán la información obtenida a mediante la observación del proceso realizado en el mantenimiento preventivo de los componentes de desgaste de las unidades de transporte. Del mismo modo se hará el uso de formatos de hoja de vida del equipo para poder tener un historial más ordenado.

**Tabla N°5 Lista de vehículos de la empresa Tracusa.**

LISTA DE BUSES				
N°	PLACA	VIN	MODELO	MARCA
1	ADT-790	BA000627	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
2	ADO-761	BA000619	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
3	ADP-747	BA000630	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
4	ADP-748	BA000624	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
5	ADN-754	BA000620	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
6	ADT-790	BA000627	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
7	ADN-783	BA000629	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
8	ADP-747	BA000625	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
9	AEQ-760	BA000626	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON
10	ADT-791	BA000633	XML6105J13CN	GOLDEN DRAGON

**Tabla N°6 Lista de operadores de los buses Golden Dragon.**

NOMBRE DE OPERADORES DE LOS BUSES			
	APELLIDOS	NOMBRES	DNI
01	FLORES JIMENEZ	ENRIQUE LUIS	10861103
02	ERAZO CRISOSTOMO	SAMUEL ANTONIO	41388697
03	OSCANOA SOTELO	JORGE LUIS	41482472
04	PALOMINO CASTRO	MANUEL AUGUSTO	40219381
05	JUIPA SOTO	CARLOS	22516278
06	CASTILLO SALDAMANDO	ARTURO HUGO	25636593
07	GALVEZ ESPINOZA	EDWIN JULINHO	73192178
08	ERAZO CRISOSTOMO	MIGUEL	42044524
09	SUCLUPE RAMOS	CESAR DIONICIO	43166774
10	VILCAPOMA CESAR	CESAR	44610130

### 3.5. Procedimientos

En la presente investigación, que se busca mejorar en gran medida la disponibilidad de los buses, se realizará un veraz diagnóstico del estatus actual de los buses, recolectando información sobre las fallas frecuentes de cada bus, además de la recopilación de las horas operativas y las horas de reparación mediante el uso de fichas técnicas luego se analizarán aquellos que presenten mayor historial de fallas, posteriormente se realizará el análisis de criticidad y el cálculo de los indicadores del mantenimiento. Seguidamente, se implementará

las tareas del mantenimiento preventivo, de acuerdo a cada bus, luego se calculará los nuevos indicadores del mantenimiento y se evaluará los nuevos indicadores para comprobar la mejora de la disponibilidad.

**Tabla N°5 cronograma y programa de mantenimiento preventivo.**

ACTIVIDADES	AÑO:2021															
	ABRIL /MAYO				JUNIO/ JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	
	Sem 1	Sem 2	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16		
Reunión con los coordinadores de la empresa																
Conocimiento de la realidad de la empresa																
Planteamiento del Problema de Investigación.																
Redacta el marco teórico, justificación y objetivos																
Formulación de la hipótesis																
Definición de las variables a utilizar, determinación del diseño metodológico, selección de técnicas de recolección de datos, establecer la confiabilidad																
validez del instrumento de investigación																
PRIMERA PRESENTACIÓN A LAS GERENCIAS DE LA EMPRESA																
Recolección de datos – PRE TEST																
Implementación de la propuesta																
Implementación de la propuesta																
Recolección de datos – POST TEST																
SEGUNDA PRESENTACIÓN A LAS GERENCIAS DE LA EMPRESA ( Costo – beneficio)																
Análisis estadístico de la investigación (Resultados)																
ÚLTIMA PRESENTACIÓN A LAS GERENCIAS DE LA EMPRESA ( Entrega del proyecto de investigación)																

### 3.6. Método de análisis de datos

Para la implantación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Tracusa E.I.R.L. con el fin de mejorar la disponibilidad.

Para la presente investigación se detallará la aplicación y uso de la estadística descriptiva en donde se analizará los valores de nuestras variables con las medidas de tendencia central y además las medidas de dispersión, para posteriormente analizar la medición de nuestra implementación por medio de la estadística inferencial, en donde se desarrollará la prueba de normalidad para permitir calcular por medio de la prueba de T-student, si los datos son normales y por la prueba de Wilcoxon si los datos obtenidos son no paramétricos.

### 3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación es realizado por medio de una actuación responsable y ética como investigadores. Toda la data e información obtenida ha sido oportunamente citada, del mismo modo es confiable debido a que para el análisis se han tomado datos reales, han sido obtenidos con el apoyo de los

colaboradores de la empresa. Por otra parte, cabe mencionar que el presente trabajo de investigación establece de forma real el campo en estudio.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Análisis actual del mantenimiento**

En la presente investigación procedimos a realizar la implementación del mantenimiento preventivo, para lo cual, primeramente se calculó los valores resultados de los indicadores del mantenimiento, que en este caso era el correctivo, se midió la criticidad, así como también los valores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los 10 buses marca Golden Dragon, en un plazo de 12 semanas, para poder realizar la implementación del mantenimiento preventivo y realizar los cálculos respectivos en un plazo también de 12 semanas posteriormente.

**Tabla N°8: Fallas comunes de los buses Golden Dragón.**

<b>FALLAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MOTOR	PÉRDIDA DE POTENCIA EN PENDIENTES PRONUNCIADAS
AIRE	FUGA DE AIRE EN EL SISTEMA DE FRENOS
LUBRICACIÓN	BAJA PRESIÓN DE ACEITE / DEGRADACIÓN
REFRIGERACIÓN	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
ELÉCTRICO	FUNCIONAMIENTO INADECUADO DE SENSORES
COMBUSTIBLE	FUGAS DE GNV EN LAS CAÑERÍAS
EMBRAGUE	DESREGULACIONES DEL EMBRAGUE
NEUMÁTICO	ALINEAMIENTO INADECUADO DE LLANTAS

**Fuente: elaboración propia.**

En la tabla N° 8, se recolectó información sobre las fallas más comunes de los buses Golden Dragon, las cuales se registraron para elaborar el plan de mantenimiento.



**Tabla N°9: Análisis de Criticidad de los buses Golden Dragón**

ANÁLISIS DE CRITICIDAD									
N°	PLACA	MESES	FF	IO	FO	CM	ISAH	CC	CT
1	ADT-790	MAYO - JULIO	4	7	3	2	7	19	76
2	ADO-761	MAYO - JULIO	4	7	4	1	7	19	76
3	ADP-747	MAYO - JULIO	4	7	4	1	7	19	76
4	ADP-748	MAYO - JULIO	4	7	3	1	7	18	72
5	ADN-754	MAYO - JULIO	4	7	3	2	3	15	60
6	ADT-790	MAYO - JULIO	4	7	4	1	3	15	60
7	ADN-783	MAYO - JULIO	4	7	3	1	3	14	56
8	ADP-747	MAYO - JULIO	4	7	3	1	3	14	56
9	AEQ-760	MAYO - JULIO	4	7	3	1	3	14	56
10	ADT-791	MAYO - JULIO	4	7	3	1	3	14	56

**Fuente: elaboración propia.**

En la tabla N° 9, se puede evidenciar el registro de la frecuencia de ocurrencia de fallas multiplicado por las consecuencias, dándonos en este caso 4 buses críticos.

**Tabla N°10: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS Y TIEMPO PROMEDIO POR REPARAR (PRETEST)**

TIEMPO POR REPARAR (TTR)	HORAS DE OPERACIÓN TBF	N° FALLAS	MTBF	MTTR
37	303	48	6,31	7,604
34	324	44	7,36	5,975
40	330	52	6,35	8,194
32	334	47	7,11	6,614
33	320	47	6,81	6,903
34	335	45	7,44	6,045
33	335	41	8,17	5,018
41	339	21	16,14	1,301
36	329	50	6,58	7,599
37	329	51	6,45	7,906

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

En la tabla N° 10, se recolectó los datos, de las fallas presentadas. Los tiempos por reparar y los tiempos entre fallos que son las horas operadas de cada bus, desde que realizan la operación hasta que presenta el fallo, para poder calcular los valores de MTTR y MTBF, de esta manera poder calcular los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

**Tabla N°11: Indicadores de mantenimiento de los buses Golden Dragón (PRETEST)**

SEMANAS	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
SEMANA 1	64%	71%	89%
SEMANA 2	67%	72%	90%
SEMANA 3	62%	74%	89%
SEMANA 4	65%	78%	91%
SEMANA 5	65%	75%	91%
SEMANA 6	66%	74%	91%
SEMANA 7	69%	72%	91%
SEMANA 8	82%	73%	91%
SEMANA 9	63%	76%	90%
SEMANA 10	62%	75%	90%
SEMANA 11	64%	75%	91%
SEMANA 12	64%	74%	90%
GLOBAL	66%	74%	90%

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

En la tabla N° 11, se puede evidenciar que el valor de la disponibilidad global de los buses es del 90%, lo cual muestra un valor relativamente bajo, por lo cual, se puede realizar la implementación del mantenimiento preventivo para someter a evaluación y revisar el mejoramiento o no de ella.

**4.1.1 Plan de mantenimiento**

Luego de realizar la recolección de los datos pretest, y calcular los indicadores actuales del mantenimiento, se procede a realizar la implementación, primeramente, con las coordinaciones respectivas y la designación de los servicios profesionales para dicho mantenimiento, los cuales fueron el

requerimiento de un mecánico y un técnico, así como también el requerimiento de los materiales a utilizar y el área destinada para el mantenimiento.

**Tabla N°12: Tabla de Materiales y Requerimientos**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
P0001	Maleta de Herramientas	2	80	160
P0002	Bomba de aceite Manual	2	400	800
P0003	Bandeja de drenado	3	50	150
P0004	Juego de llaves mixtas	2	120	240
P0005	Multímetro digital	1	80	80
P0006	Juego de alicates	2	60	120
P0007	Juego desarmadores	2	60	120
P0008	Juego de dados hexagonales	2	200	400
P0009	Gata botella de 20ton	4	300	1200
P0010	Caballetes de 10ton	8	80	640
P0011	Extensión de corriente 20mts	1	30	30
P0012	Impresora	1	600	600
P0013	Laptop	1	2000	2000
P0014	Tacos de parada	20	12	240
P0015	Juego de martillos	2	35	70
P0016	Engrasadora	1	400	400
P0017	Cilindros para llenar aceite usado	3	40	120
P0018	Cautil	1	20	20
P0019	Torquímetro de 1/2	1	400	400
P0020	Pistola neumática de 1"	1	800	800
P0021	Extractor de rueda	1	200	200
P0022	Probador de compresión de cilindros	1	150	150
P0023	Coche para herramientas	2	120	240
P0024	Camillas para técnicos	2	80	160
P0025	Interface Nexiq	1	1500	1500

P0026	Sunchos para extraer filtros	3	25	75
P0027	Juego de alicates saca seguros	2	30	60
P0028	Manguera de aire comprimido 20mts	2	300	600
P0029	Compresora de aire	1	800	800
P0030	Tecla 3ton	1	250	250
P0031	Tornillo de prensa	1	150	150
P0032	Mesa de fierro	1	400	400
			Total	S/ 13.175

**Fuente: Elaboración Propia.**

Posterior a la adquisición de los materiales y requerimientos, se logró realizar fichas de registros, para generar un historial de cada bus, además, se realizó formatos para una orden de mantenimiento y registro detallado de cada tarea que se implemente como parte del mantenimiento.

#### **4.1.2. Historial de fallas**

Conforme a los datos e historial de fallos en los diferentes sistemas que comprenden un bus, dentro del periodo anual de funcionamiento se puede identificar las características más propensas y en los mismos no se tomaron las medidas necesarias, toda esta data almacenada servirá para la implantación del plan de mantenimiento preventivo considerando el correcto tiempo en llevar a cabo su realización.

**Tabla 13. Historial de fallas en los sistemas de los buses Golden Dragon.**

<b>REFRIGERACIÓN</b>	Mangueras de refrigeración dañadas (fugas de refrigerante)
	Mangueras reseca y en mal estado
	Corrosión de sistema de refrigeración
	Recalentamiento del motor
	Bomba de refrigerante dañada

	Malas maniobras de conducción en tuestas
	Desgaste de fajas (sonidos y mal asentamiento en las poleas)
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	Fugas de gas por roturas de cañerías
	Bujías en mal estado
	Ruptura de tuberías y mangueras de agua (pérdidas en la refrigerante)
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	Frenos largos
	Fuga de aire por el sistema de frenos
	Fajas desgastadas (ruidos y transmisión inadecuada)
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	Focos quemados
	Sobrecarga de corriente en el sistema
	Sulfatación de conectores
<b>CABINA</b>	Desgaste en las cuchillas de rebajar
	Quemado de focos y parlantes
	Ejes y rodamientos deteriorados de las puertas
<b>SISTEMA DE EMBRAGUE</b>	Patinaje de disco de embrague
	Fuga de líquido de embrague

<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>	Dificultad de ingreso de marchas
	Estiramiento de cableado de cambios
	Desgaste de rodillos de sincronización

**Fuente: Elaboración Propia.**

En la tabla N° 13, se verifica cada una de las fallas frecuentes de los sistemas de los buses, este historial de fallas fue elaborado como parte de la implementación, para designar las tareas preventivas.

#### **4.2 Estadística Descriptiva**

Luego de realizar las actividades que corresponden al plan de mantenimiento preventivo, se somete a evaluación nuevamente los indicadores del mantenimiento, para analizar los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los buses Golden Dragón.

**Tabla N°14: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS Y TIEMPO PROMEDIO POR REPARAR (POSTEST)**

<b>TIEMPO POR REPARAR (TPR)</b>	<b>TOTAL HORAS DE OPERADAS (TBF)</b>	<b>TOTAL FALLAS</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>
15	356	20	17,80	0,68
14	444	23	19,30	0,61
18	466	28	16,64	0,64
9	436	15	29,07	0,60
12	456	17	26,82	0,71
14	455	14	32,50	0,82
17	439	10	43,90	1,70
23	444	15	29,60	1,53
17	420	10	42,00	1,70
14	439	15	29,27	0,93

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

En la tabla N°14 se puede visualizar que los valores para reparar disminuyeron, debido a que se redujo el tiempo de mantenimiento tras el fallo y se evidencia el aumento de las horas de operación.

**Tabla N°15: Indicadores de mantenimiento de los buses Golden Dragón(POSTEST)**

SEMANAS	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
SEMANA 1	84%	78%	96%
SEMANA 2	82%	88%	97%
SEMANA 3	78%	88%	96%
SEMANA 4	88%	87%	98%
SEMANA 5	89%	84%	97%
SEMANA 6	92%	79%	97%
SEMANA 7	88%	78%	96%
SEMANA 8	92%	77%	95%
SEMANA 9	88%	78%	96%
SEMANA 10	92%	79%	97%
SEMANA 11	94%	82%	97%
SEMANA 12	93%	80%	97%
GLOBAL	88.3%	81,5%	96,7%

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

De la tabla N°15.-Luego de someter los indicadores a evaluación tras la implementación, se puede evidenciar que los valores obtenidos de confiabilidad 88.3%, mantenibilidad 81.5% y disponibilidad 96.7%, como parte de la implementación del mantenimiento preventivo.

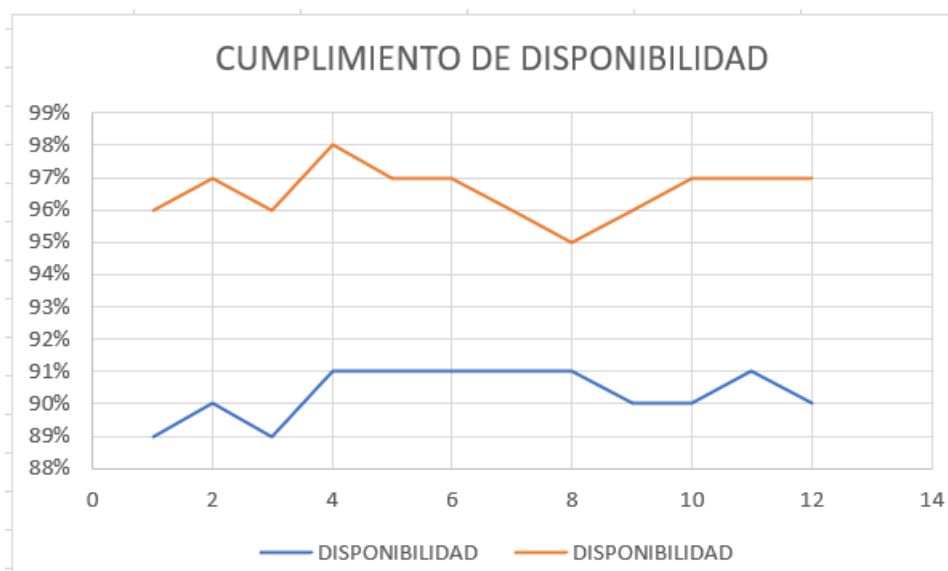
#### **4.2.1. Estadística Descriptiva obtenida a nivel general**

A continuación, se debela como los indicadores y variables han ido evolucionando de manera que se aprecia datos obtenidos en relación a 12 semanas antes y 12 semanas después.

**Tabla N°16 .-Cumplimiento de metas del antes y después de la disponibilidad**

	PRESEST	POSTEST
SEMANAS	DISPONIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
1°SEMANA	89%	96.0%
2°SEMANA	90%	97.0%
3°SEMANA	89%	96.0%
4°SEMANA	91%	98.0%
5°SEMANA	91%	97.0%
6°SEMANA	91%	97.0%
7°SEMANA	91%	96.0%
8°SEMANA	91%	95.0%
9°SEMANA	90%	96.0%
10°SEMANA	90%	97.0%
11°SEMANA	91%	97.0%
12°SEMANA	90%	97.0%
	90%	96.6%

**Gráfico N°5 Cumplimiento de la disponibilidad antes y después.**



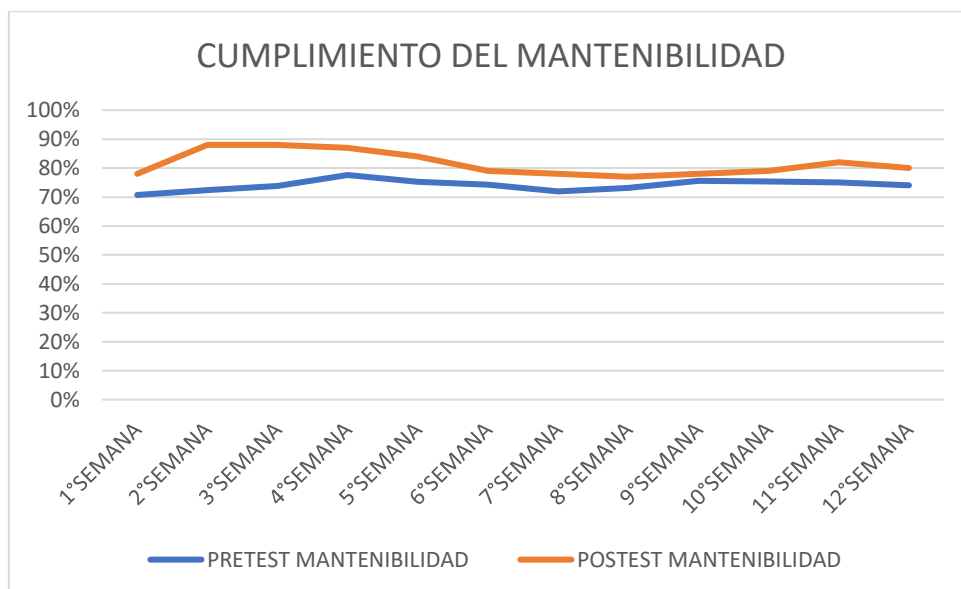
En el Grafico N°5 se aprecia el comparativo, se evidencia claramente el mejoramiento de los procesos de disponibilidad, aplicando la planificación del mantenimiento se incrementó 6.6% la disponibilidad.



**Tabla N°17.-Cumplimiento de metas del antes y después de la Mantenibilidad**

	PRETEST	POSTEST
SEMANAS	MANTENIBILIDAD	MANTENIBILIDAD
1ª SEMANA	71%	78.0%
2ª SEMANA	72%	88.0%
3ª SEMANA	74%	88.0%
4ª SEMANA	78%	87.0%
5ª SEMANA	75%	84.0%
6ª SEMANA	74%	79.0%
7ª SEMANA	72%	78.0%
8ª SEMANA	73%	77.0%
9ª SEMANA	76%	78.0%
10ª SEMANA	75%	79.0%
11ª SEMANA	75%	82.0%
12ª SEMANA	74%	80.0%
Promedio	74%	81.5%
DESVIACION ESTANDAR	0.018797767	0.041887295

**Gráfico N°6 Cumplimiento de la mantenibilidad antes y después**

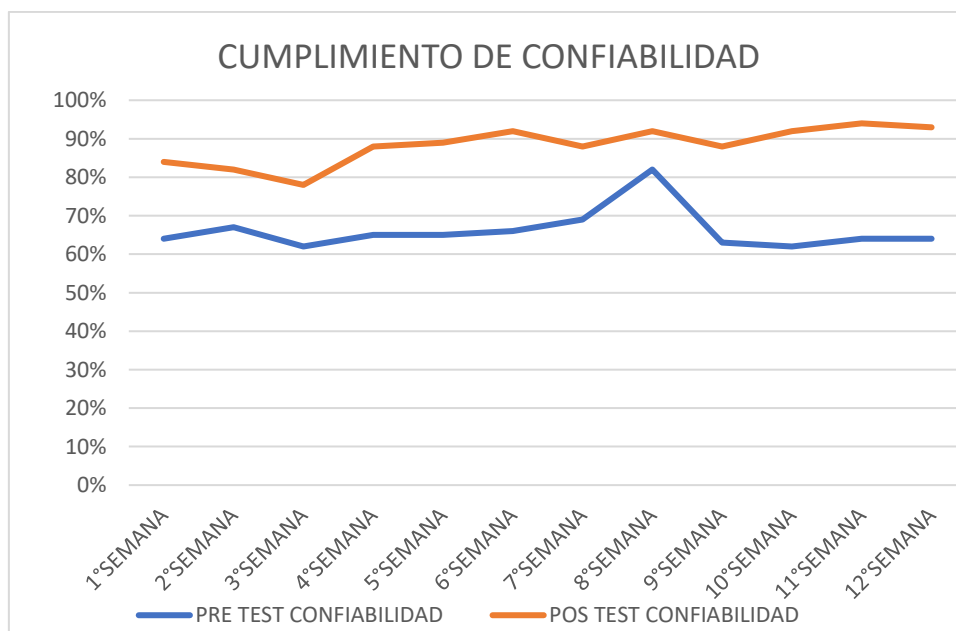


En el Grafico N°6 se aprecia el comparativo, se evidencia claramente el mejoramiento de los procesos de mantenibilidad, aplicando la planificación del mantenimiento se incrementó 7% la mantenibilidad.

**Tabla N°18 .-Cumplimiento de metas del antes y después de la confiabilidad**

	PRE TEST	POS TEST
SEMANAS	CONFIABILIDAD	CONFIABILIDAD
1ª SEMANA	64%	84.0%
2ª SEMANA	67%	82.0%
3ª SEMANA	62%	78.0%
4ª SEMANA	65%	88.0%
5ª SEMANA	65%	89.0%
6ª SEMANA	66%	92.0%
7ª SEMANA	69%	88.0%
8ª SEMANA	82%	92.0%
9ª SEMANA	63%	88.0%
10ª SEMANA	62%	92.0%
11ª SEMANA	64%	94.0%
12ª SEMANA	64%	93.0%
Promedio	66%	88.3%
DESVIACION ESTANDAR	0.054013186	0.048679533

**Gráfico N°7 Cumplimiento de la confiabilidad antes y después**



En el Grafico N°7 se aprecia el comparativo, se evidencia claramente el mejoramiento de los procesos de mantenibilidad, aplicando la planificación del mantenimiento se incrementó 8% la confiabilidad.

### 4.3 Estadística Inferencial

A continuación, se realizó la prueba de normalidad de la disponibilidad como variable.

#### Análisis de la hipótesis general

Disponibilidad de las unidades

**Ha:** Determinar como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejorara la disponibilidad de las unidades de la Empresa Tracusa - Ate 2021

Para empezar, se contrastará la hipótesis general, para ello se llevará a cabo la prueba de normalidad entre “la disponibilidad de las unidades antes” y “la disponibilidad de las unidades después” de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, para identificar si el resultado muestra tener un comportamiento paramétrico. Para poder llevar a cabo la prueba se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk, motivo por el que los datos con los que se cuenta son menores que 30.

#### REGLA DE DECISIÓN:

Validación de la normalidad

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = NO

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS = SI

	ANTES	DESPUES	CONCLUSIÓN
SIG > 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG > 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

#### Prueba de Shapiro Wilk para una muestra

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad_Antes	,304	12	,003	,777	12	,005
Disponibilidad_Despues	,284	12	,008	,875	12	,077

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Interpretación:** De la tabla 1, Se puede ver que la significancia de las disponibilidades, ante (0.005) y después (0.077), se demuestra que los datos para validar la hipótesis general obtenidos son no paramétricos, debido a que el primer valor es menor a 0,05 y el segundo valor es mayor a 0,05, por consiguiente, mencionamos que, dado la regla de decisión, se tendrá que utilizar el estadígrafo Wilcoxon para los resultados no paramétricos.

**Contrastación de hipótesis general:**

**Ho:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo no mejora la disponibilidad de las unidades de la Empresa Tracusa - Ate 2021

**Ha:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo mejora la Disponibilidad de la Empresa Tracusa- Ate 2021.

**Regla de decisión:**

H0:  $\mu$  Disponibilidad antes  $\geq$   $\mu$  Disponibilidad después.

Ha:  $\mu$   $\mu$  Disponibilidad antes  $<$   $\mu$  Disponibilidad después.

90%

96.6%

**Prueba Npar**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Disponibilidad Antes	12	,9033	,00778	,89	,91
Disponibilidad Después	12	,9658	,00793	,95	,98

**Estadísticos de contraste**

	Disponibilidad Después - Disponibilidad Antes
Z	-3,114 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,002

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Nota: al ser la significancia menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Interpretación:** De la tabla, se observa que ha quedado demostrado que la media de la disponibilidad antes (0.9033) es menor que la media de la disponibilidad después (0.9658), motivo por el cual, se toma como aceptable la hipótesis de investigación alterna, y queda rechazada en su totalidad la hipótesis nula. Luego de haber completado el análisis y haber tomado con aceptación la hipótesis alterna, se llevará a cabo el análisis a través del pvalor (Sig.)

**Regla de decisión:**

Si Sig ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si Sig > 0.05, se acepta la hipótesis nula

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Disponibilidad_despues - Rangos positivos	12 <sup>b</sup>	6,50	78,00
Disponibilidad_antes Empates	0 <sup>c</sup>		
Total	12		

a. Disponibilidad\_despues < Disponibilidad\_antes

b. Disponibilidad\_despues > Disponibilidad\_antes

c. Disponibilidad\_despues = Disponibilidad\_antes

	Disponibilidad_despues - Disponibilidad_antes
Z	-3,114 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,002
Sig. exacta (bilateral)	,000
Sig. exacta (unilateral)	,000
Probabilidad en el punto	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

**Interpretación:** Del cuadro realizado la prueba de Wilcoxon, que fue aplicada a disponibilidad antes y después, es de 0,002, que según lo que establece la regla de decisión se rechaza a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por tal motivo queda demostrado que la aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo mejora la disponibilidad de las unidades de empresa Tracusa – Ate 2021.

### **Análisis de la hipótesis específica 1:**

#### **CONFIABILIDAD**

**Ha:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo mejora la confiabilidad de las unidades de la Empresa Tracusa- Ate 2021.

Para empezar, se contrastará la hipótesis específica 1, para ello se debe de realizar la prueba de normalidad entre la “confiabilidad antes” y “confiabilidad después” de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, para verificar si muestra un comportamiento paramétrico. Se llevará a cabo el uso del estadígrafo Shapiro Wilk, por motivo de que los datos con los que se toma en cuenta son menores que 30.

#### **REGLA DE DECISIÓN:**

	ANTES	DESPUES	CONCLUSIÓN
SIG > 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG > 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

#### **Prueba de Shapiro- Wilk para una muestra**

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad_antes	,266	12	,019	,669	12	,000
Confiabilidad_despues	,223	12	,103	,901	12	,166

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Interpretación:** Se verifica que la Sig. de la confiabilidad antes es de 0.000 y el después es de 0.166, quedando demostrado que el dato para validar la hipótesis específica 1 son no paramétricos, esto debido a que la confiabilidad antes es menor que 0.05 y la confiabilidad después es mayor que 0.05, decimos que, dado la regla de decisión, tendremos que utilizar el estadígrafo Wilcoxon para datos no paramétricos.

### Contrastación de hipótesis específico 1:

**Ho:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo no incrementa la confiabilidad de las unidades de la Empresa Tracusa - Ate 2021.

**Ha:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la confiabilidad de las unidades de la Empresa Tracusa - Ate 2021.

### Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Confiabilidad_antes	12	,6608	,05401	,62	,82
Confiabilidad_despues	12	,8833	,04868	,78	,94

**Interpretación:** Se observa la “confiabilidad “antes (0.6608) es menor que la media de la “confiabilidad” después (.8833).

### Regla de decisión:

Si  $Sig \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $Sig > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Confiabilidad_despues -	Rangos positivos	12 <sup>b</sup>	6,50	78,00
Confiabilidad_antes	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	12		

a. Confiabilidad\_despues < Confiabilidad\_antes

b. Confiabilidad\_despues > Confiabilidad\_antes

c. Confiabilidad\_despues = Confiabilidad\_antes

**Estadísticos de contraste**

	Confiabilidad_despues - Confiabilidad_antes
Z	-3,061 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,002
Sig. exacta (bilateral)	,000
Sig. exacta (unilateral)	,000
Probabilidad en el punto	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Interpretación: se toma con aceptación la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la confiabilidad de las unidades de la Empresa Tracusa- Ate 2021.

**Análisis de la hipótesis específica 2:**

Mantenibilidad

Ha: La aplicación del Plan de mantenimiento incrementa la mantenibilidad de las unidades de la Empresa Tracusa - Ate 2021

Para empezar, se contrastará la hipótesis específica 2, para ello se realizará la prueba de normalidad entre la “Mantenibilidad antes” y “mantenibilidad después” de la implantación del Plan de Mantenimiento Preventivo,

**REGLA DE DECISIÓN:**

	ANTES	DESPUES	CONCLUSIÓN
SIG > 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG > 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

**Prueba de Shapiro Wilk para una muestra**

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mantenibilidad_antes	,151	12	,200*	,963	12	,821
Mantenibilidad_despues	,225	12	,096	,838	12	,026

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors



**Interpretación:** Se puede ver que el Sig. La mantenibilidad antes es de 0.821 mayor que 0.05 y el después es de 0.026 menor que 0.05, se utilizará el estadígrafo Wilcoxon para datos no paramétricos.

**Contrastación de hipótesis específicos 2:**

**Ho:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo no incrementa la mantenibilidad de las unidades de la empresa Tracusa - Ate 2021

**Ha:** La aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la mantenibilidad de las unidades de buses de la empresa Tracusa- Ate 2021.

**Estadísticos descriptivos**

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Mantenibilidad antes	12	,7408	,01929	,71	,78
Mantenibilidad_despues	12	,8150	,04189	,77	,88

**Interpretación:** Se observa la “mantenibilidad” antes (.7408) es menor que la media de la “mantenibilidad” después (0.8150).

**Regla de decisión:**

Si Sig ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si Sig > 0.05, se acepta la hipótesis nula

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Mantenibilidad_despues -	Rangos positivos	12 <sup>b</sup>	6,50	78,00
Mantenibilidad_antes	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	12		

a. Mantenibilidad\_despues < Mantenibilidad\_antes

b. Mantenibilidad\_despues > Mantenibilidad\_antes

c. Mantenibilidad\_despues = Mantenibilidad\_antes

## Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Mantenibilidad_d espues - Mantenibilidad_a ntes
Z	-3,064 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,002
Sig. exacta (bilateral)	,000
Sig. exacta (unilateral)	,000
Probabilidad en el punto	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

**Interpretación:** se puede apreciar que el valor Sig. De la mantenibilidad antes y después, es de 0.002, por lo que según la regla de decisión se toma con rechazo la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, motivo por el cual queda demostrado que la aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la mantenibilidad de las unidades de la Empresa Tracusa - Ate 2021.

## V. DISCUSIONES

Tras culminar la investigación, y luego de analizar los indicadores del mantenimiento, se puede apreciar una mejora de la disponibilidad y sus indicadores directos, de tal modo que se obtuvo una confiabilidad de 88.3% una mantenibilidad de 81.5% y una disponibilidad de 96.6%, estos datos fueron registrados tras la implementación del mantenimiento preventivo.

Para la implementación del mantenimiento se calculó el índice de criticidad se para luego elaborar un historial de fallas respecto a cada bus, que necesariamente debían ser resueltas por un mantenimiento preventivo, así pues, se determinó las tareas necesarias para cada bus como revisiones e inspecciones diarias, y proyectadas semanalmente, de tal forma que se puede verificar y anticipar al fallo. Así pues, en la Investigación de Suarez (2018) aplicada a una población e 20 buses, logro identificar 5 buses críticos en donde sus fallas comunes en sus buses eran en el sistema de frenos, logrando mejorar su rentabilidad en un 45%

Para la elaboración de las tareas preventivas se tuvo que realizar un registro de horas de reparación, las cuales eran analizadas semanalmente, lográndose evidencia una mejora tras dicha implementación teniendo como datos en MTBF igual a 6,45 y MTTR igual a 7,906. Posteriormente se obtuvo una confiabilidad de 88.3% y un aumento en la disponibilidad de 6.6% obteniendo finalmente un valor de 96.6%. Dichos resultados se ven reflejados similarmente a la investigación de Diaz (2020), quien luego de realizar un plan de mantenimiento preventivo aplicado a 10 unidad de buses, mejoro sus indicadores de MTBF Y MTTR, también su indicador de confiabilidad, quien tuvo una mejora del 88.62% a 92.76% y aumentando en un 22% su disponibilidad.

Nuestros resultados respecto a la mejora de la disponibilidad se pueden contrastar a la investigación realizada por Vasques (2016), que luego de realizar su investigación basado en un tipo de gestión de mantenimiento, obtuvo un porcentaje en disponibilidad de 87%, confiabilidad de 78.33% y mantenibilidad de 87.05% en base a hojas de inspección y decisión aplicada a 14 maquinarias pesadas, por lo que logró reducir las horas de reparación y sus costos.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó la implementación del mantenimiento preventivo para los buses Golden Dragon que presentaban fallas frecuentes y paradas no programadas. Estas fueron sometidas a tareas preventivas, inspecciones y designación de horas de mantenimiento preventivo, generándose un historial de fallas, chek list para cada bus y hojas de inspección, así programar las tareas preventivas y de revisiones por cada bus.
2. Se calculó la disponibilidad de los buses quienes en reiteradas ocasiones ingresaban a un mantenimiento correctivo, estos valores fueron del 90% que representaban una baja disponibilidad, con la cual, tras la implementación del mantenimiento preventivo se logró mejorar dicho resultado, obteniéndose un incremento, siendo el valor actual del 96.6%, lo cual demuestra una notable mejora.
3. Para la implementación de las tareas preventivas, se determinó un historial de fallas de cada bus y designación de cada tarea preventiva calculándose el valor de criticidad, obteniéndose de un total de 10 buses, 2 altamente críticos, debido a reiteradas fallas frecuentes, además se calculó el valor de la confiabilidad, que representaba un valor del 66%, que se pudo mejorar luego de dicha implementación 88.3% obteniéndose una mejoría en un 22.3%.
4. Se calculó la estimación y programación de horas de mantenimiento preventivo, para cada bus, se designó cada tarea preventiva, con su respectiva hoja de inspección, chek list, de esta manera se pudo ver una mejora en el indicador de mantenibilidad, que representaba el 74%, se logró mejorar las horas de reparación (MTTR), lográndose obtener luego de la implementación un ligero incremento del 81.5%

## **VII. Recomendaciones**

Se recomienda continuar con las inspecciones para cada bus como parte del mantenimiento preventivo y la ejecución de las tareas preventivas para cada bus, esto para tener un control de registro detallado de historial y designación de nuevas tareas a fin de lograr una óptima disponibilidad de buses.

Se recomienda implementar un software más desarrollado de mantenimiento que mantenga una base de data actualizada para cada bus, con la designación fecha y responsable de la ejecución de las tareas del mantenimiento preventivo.

Se recomienda realizar capacitaciones permanentes al personal involucrado, a fin de reducir en la medida posible la cantidad de fallas y/o determinar la presencia de algún defecto, esto para reducir el valor de a las horas de reparación y no incurrir a un mantenimiento correctivo.

## REFERENCIAS

FERNANDEZ, Alberto. Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial. 2° ed. Madrid, España: Integra Markets, Grupo América Factorial S.A.C. 2018. 38 pp. ISBN 978-13-70710-76-8

MEDRANO, José, GONZÁLEZ, Víctor y DIAZ, Vicente. Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales. 1° ed. Ciudad de México, México: Editorial Patria S.A, 2017.287pp. ISBN:978-607-744-709-2

GONZALEZ, Raimundo. Mantenimiento Industrial: Organización, gestión y control. 1° ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina, 2016.320pp. ISBN:978-950-553 270-4

SINDHU, Ch, VIJAY, Ch, y Manoj Kumar, Mantenimiento Preventivo: Un método para operaciones eficientes de la flota. Revista Internacional Científica e Ingeniería [en línea]. Mayo 2013,nº4.[fecha de consulta:28 de Abril de 2021]. Disponible en <http://https://www.ijser.org/researchpaper/PREVENTIVE-MAINTENANCE-A-METHOD-FOR-EFFICIENT-FLEET-OPERATIONS.pdf>. ISSN: 2229-5518

DELGADO, Juan Carlo, SALDIVIA, Francisco, FYGUEROA, Simón. Sistema para la determinación de la degradación del lubricante basado en el tratamiento digital de manchas de aceite de motores Diesel. Revista UIS Ingenierías [en línea]. 2014,13(1), 55-61[fecha de Consulta 14 de Mayo de 2021]. ISSN: 1657-4583. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553756869005> ISSN: 1657-4583.

CONSTANTINO, Augusto. En la investigación de la falla e incidentes. ¿Que buscamos la causa raíz o la solución eficaz?. Revista Mantenimiento en Latinoamérica [en línea]. Enero - Febrero 2019,Nº1.[Fecha de consulta:30 de Abril de 2021]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/000710417ee64bcb3e999>. ISSN: 2357-6340

FERNANDEZ, Alexis. Las Herramientas de Inspección y Diagnóstico en el Mantenimiento. Revista Mantenimiento en Latinoamérica [en línea]. Marzo-Abril 2019,Nº2.[fecha de consulta:01 de mayo del 2021].Disponible en <https://es.calameo.com/read/000710417947b5d110170> ISSN: 2357-6340

RIGOL, BUENAVENTURA, PEÑA, DAMARIS, HERNANDEZ, OSBEIDY,DIAZ SEBASTIAN. Metodología para mejorar el mantenimiento de vehículos de carga en una empresa cubana.Centro de Investigación e Innovación Tecnológica CIITEC IPN [en línea].Enero-Marzo 2010,Nº46.[Fecha de consulta :12 de mayo de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3199128>. ISSN: 1405-0676

GIRALDO, Orlando, VILLALOBOS, Daniel. Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo [en línea]. Enero- Agosto 2014,Nº 30.[fecha de consulta:24 de Abril de 2021]Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5076416>  
ISSN:0124-7492

ZHANG,Fengxia, SHEN,Jinyuan, LIAO,Haitao,MA, Yizhong. Política óptima de mantenimiento preventivo para un sistema sujeto a inspecciones imperfectas en dos fases.Revista Ingeniería de Confiabilidad y Seguridad del sistema [en línea].Enero

2021, Nº 205.[Fecha de consulta 10 de Mayo de 2021].Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832020307547>

ISSN:0951-  
8320

AVAKH, Soroush, GANJI, Mandana, IMANNEZHAD, Rana. ¿Cuáles son los determinantes clave del rendimiento del mantenimiento?. Departamento de Ingeniería Industrial[en línea].Octubre 2020.[Fecha de consulta 11 de Mayo de 2021]Disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132020000100212&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132020000100212&lang=es)

ISSN:1980-5411

NGUYEN, Khanh, MEDJAHHER, Kamal. Un nuevo marco dinámico de mantenimiento predictivo que utiliza el aprendizaje profundo para los pronósticos de fallas.Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema[en línea].Agosto 2019.[Fecha de consulta 9 de mayo de 2021]

.Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832018311050>

ISSN:0951-  
8320

BELLOSO, Rafael. Gestión de mantenimiento de autobuses del transporte público urbano en el municipio maracaibo. Centro de Investigaciones de Ciencias Administrativas y gerenciales[en línea].Abril-Mayo 2016.[Fecha de consulta 8 de mayo de 2021]. Disponible en: [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6932727.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6932727.pdf) ISSN: 1856-6189

BO, Patrick, ILUJU, Ding y TET, Kiringa. Mantenimiento predictivo basado en IOT para la gestión de flotas. Revista 2º Conferencia Internacional sobre datos emergentes e industria 4.0(EDI40) del 29 de abril a 2 de mayo de 2019,Lovaina, Bélgica[en línea].Abril-Mayo 2019.[fecha de consulta 11 de mayo del 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919306519> ISSN:1877-0509

ZHOU,Yu, KOU, Gang, XIAO, Hui, PENG,Yi y ALSAADI, Famaz. Modelo de mantenimiento preventivo imperfecto secuencial con reducción de intensidad de fallos con aplicación a

autobuses urbanos. Revista Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema [en línea]Febrero 2020[fecha de consulta 8 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832019309603> ISSN:0951-8320

VELASTEGUI Carrillo, Andrés Josué. Materiales de Fricción y su influencia en la eficiencia de frenado. Tesis (Licenciatura en Electromecánica y Administración Automotriz). Quito: Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería,2015.86pp.

Gary, Linné., Amos, N.H.C., Tehseen, A., Towards strategic development of maintenance and its effects on production performance by using system dynamics in the automotive industry, International Journal of Production Economics (2018), doi: 10.1016/j.ijpe.2018.03.024. Disponible en : <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/108258.pdf>

DIAZ Cavero, Thaejannet Jeanneth Senth. propuesta de gestión de mantenimiento para una flota de transporte terrestre. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de ciencias aplicadas. Facultad de Ingeniería, 205. 274 pp.

FLORES, Alavedra, GASTELU, Yumira, MÉNDEZ, Griseyda, MINAYA, Christian, PINEDA, Brandon, PRIETO Krisley, Ríos, Kenry y MORENO, César. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Ingeniería Industrial. 2016, (34):11-26

HERNANDEZ, [et al]. Gestión del mantenimiento para máquinas agrícolas utilizando el software "SGMANTE 2.0" Revista Ingeniería Agrícola [en línea]. Octubre - Diciembre, 2020 n.º4. [Fecha de consulta: 22 de abril del 2021].Disponible en <http://www.redalyc.org/iatsRepo/5862/586264983005/html/index.html> ISSN: 1727-9933

LÓPEZ, Jorge, TRINCHET, Carlos, PÉREZ, Roberto y VARGAS Javier. Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. Artículo de investigación científica y tecnológica. [ en línea]. Enero 2021,nº 614. [ Fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible: en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=af24393c-eb6a-4abd-b2dd-c131c6d232d6%40sdc-v-sessmgr03> ISSN: 1815-5944

REVISTA de economía. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/19272/19417> ISSN: 0254-4415



Mora, Alberto (2009). Mantenimiento- planeación, ejecución y control. Alfaomega. México. [en línea]. 2020. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37071909/Libro\\_Mantenimiento\\_Alberto\\_Mora\\_1ed\\_1](https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1) ISBN: 978-958-682-769-0

LÓPEZ, C, SALAZAR, G. "Metodología para la Planificación y Control de la Ejecución de Mantenimientos Preventivos y Correctivos de Líneas de Subtransmisión". Revista Técnica "energía" [en línea]. 2020. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021].Disponible en: <http://revistaenergia.cenace.org.ec/index.php/cenace/article/view/361/348>

ISSN 2602-8492

Boliang Lin, Jianping Wu, Ruixi Lin, Jiayi Wang, Hui Wang, Xuhui Zhang, Optimization of high-level preventive maintenance scheduling for high-speed trains, Reliability Engineering & System Safety, Volume 183,2019,Pages 261-27 ISSN 0951-8320,Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2018.11.028>.

VILLACRÉS, Sergio. Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (Rcm) para el vehículo hidrocleaner vector de la empresa Etapa Ep. Tesis (Magíster Ingeniería). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Postgrado y Educación Continua, 2016.

BUENAÑO Moyano, Luis Fernando. "Plan de gestión de mantenimiento basado en el análisis de índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de las locomotoras tipo bbb 2400 de ferrocarriles del ecuador empresa pública". Tesis:(Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial). Ecuador:Escuela superior politécnica de Chimborazo, 2016,191pp.

Yam Cervantes, M. A., Pali Casanova, R. J., & Zavala Loría, J. C. (2019).Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos. Project, Design and Management, 1(1), 33-48.

DOI: 10.35992/mlspdm.v1i1.168 FECHA CONSULTA 07/05/21

EN LINEA: <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1087/pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1: CONSTANCIA SOBRE APLICACIÓN DE PROYECTO EN LA EMPRESA TRACUSA



NOMBRE DE LA EMPRESA: TRACUSA E.I.R.L  
UBICACIÓN: AV. HUSARES DE JUNIN MZ.L LT.4 BARBADILLO-ATE

LIMA, 20 DE JUNIO DEL 2021

CONSTANCIA

#### HACE CONSTAR:

Que los alumnos Fernando Jorge Gomez Sulca con DNI: 45646809 y código: 7001012744 y Alfredo Medina de la cruz con DNI: 48440867 y código 650006863, estudiantes de la escuela de ingeniería industrial de la Universidad César Vallejo, actualmente se encuentran realizando su proyecto de investigación titulado: "implementación de plan mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en la flota de buses Golden Dragon de la empresa Tracusa 2021" en nuestra institución.

FIRMA



## Anexo 2: FALLAS COMUNES EN BUSES

FALLAS	DESCRIPCIÓN
MOTOR	PERDIDA DE POTENCIA EN PENDIENTES PRONUNCIADAS
AIRE	FUGA DE AIRE EN E SISTEMA DE FRENOS
LUBRICACIÓN	BAJA PRESIÓN DE ACEITE / DEGRADACION
REFRIGERACIÓN	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
ELÉCTRICO	FUNCIONAMIENTO INADECUADO DE SENSORES
COMBUSTIBLE	FUGAS DE GNV EN LAS CAÑERIAS
ESCAPE	SATURACION DEL CATALIZADOR DE EMISIONES
NEUMÁTICO	AINEAMIENTO INADECUADO DE RUEDAS

## Anexo 3: FALLAS COMUNES DEL BUS POR SEMANA

MES	N° FALLAS												TOTAL FALLAS
	MAYO		JUNIO					JULIO					
PLACA	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	
ADT-790	2	3	4	0	0	2	2	0	3	1	0	3	20
ADO-761	0	5	3	0	0	1	3	0	4	1	3	3	23
ADP-747	2	1	1	4	1	0	3	6	0	0	4	6	28
ADP-748	1	1	1	3	1	0	0	3	1	1	2	1	15
ADN-754	3	0	1	3	1	2	2	1	0	0	3	1	17
ADT-790	1	1	3	0	4	0	1	0	2	2	0	0	14
ADN-783	0	1	2	0	0	2	1	0	1	2	0	1	10
ADP-747	3	1	1	1	1	3	0	0	1	0	4	0	15
AEQ-760	2	2	3	0	0	1	1	0	0	1	0	0	10
ADT-791	1	1	1	0	0	3	0	1	3	0	1	4	15

## ANEXO 4: CUADRO DE CRITICIDAD

ANÁLISIS DE CRITICIDAD								
N°	PLACA	FF	IO	FO	CM	ISAH	CC	CT
1	ADT-790	4	7	3	2	7	19	76
2	ADO-761	4	7	4	1	7	19	76
3	ADP-747	4	7	4	1	7	19	76
4	ADP-748	4	7	3	1	7	18	72
5	ADN-754	4	7	3	2	3	15	60
6	ADT-790	4	7	4	1	3	15	60
7	ADN-783	4	7	3	1	3	14	56
8	ADP-747	4	7	3	1	3	14	56
9	AEQ-760	4	7	3	1	3	14	56
10	ADT-791	4	7	3	1	3	14	56

## ANEXO 5: HORAS DE OPERACIÓN

HORAS DE OPERACIÓN													
MES	MAYO		JUNIO					JULIO					TOTAL HORAS DE OPERADAS (TBF)
PLACA	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	
ADT-790	30	30	28	28	36	28	30	28	28	30	30	30	356
ADO-761	36	38	34	38	36	38	38	36	38	36	38	38	444
ADP-747	38	40	42	44	38	36	38	38	38	38	38	38	466
ADP-748	36	38	34	32	34	36	44	36	36	36	38	36	436
ADN-754	38	38	40	40	38	36	36	38	38	38	38	38	456
ADT-790	38	41	38	40	38	38	40	36	36	36	38	36	455
ADN-783	41	40	40	38	34	34	38	36	36	34	34	34	439
ADP-747	39	37	36	38	36	36	38	38	36	36	36	38	444
AEQ-760	39	37	23	38	36	36	38	38	36	36	25	38	420
ADT-791	39	37	36	38	34	36	38	35	36	36	36	38	439

## ANEXO 6: HORAS DE REPARACIÓN

HORAS DE REPARACIÓN													
MES	MAYO		JUNIO					JULIO					TIEMPO POR REPARAR (TPR)
PLACA	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	
ADT-790	3	1	2	0	0	1	1	0	4	3	0	1	15
ADO-761	0	4	0	0	0	4	1	0	2	1	2	3	14
ADP-747	4	2	1	1	1	1	2	1	1	4	0	1	18
ADP-748	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9
ADN-754	2	0	1	2	1	2	1	1	0	0	2	2	12
ADT-790	3	2	1	0	1	0	2	1	0	3	1	0	14
ADN-783	0	1	2	0	0	3	1	0	5	5	0	4	17
ADP-747	1	3	2	1	3	7	0	0	4	0	2	0	23
AEQ-760	3	1	2	0	0	4	1	0	0	6	0	0	17
ADT-791	2	2	2	0	0	2	0	2	2	0	2	0	14

## ANEXO 7: TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN

TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN					
Nº	PLACA	MESES	HORAS DE REPARACIÓN (TTR)	Nº FALLAS	MTTR
1	ADT-790	MAYO - JULIO	15	22	0,682
2	ADO-761	MAYO - JULIO	14	23	0,609
3	ADP-747	MAYO - JULIO	18	28	0,643
4	ADP-748	MAYO - JULIO	9	15	0,600
5	ADN-754	MAYO - JULIO	12	17	0,706
6	ADT-790	MAYO - JULIO	14	17	0,824
7	ADN-783	MAYO - JULIO	17	10	1,700
8	ADP-747	MAYO - JULIO	23	15	1,533
9	AEQ-760	MAYO - JULIO	17	10	1,700
10	ADT-791	MAYO - JULIO	14	15	0,933

## ANEXO 8: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS					
N°	PLACA	MESES	HORAS DE OPERACIÓN TBF	N° FALLAS	MTBF
1	ADT-790	MAYO - JULIO	356	20	17,80
2	ADO-761	MAYO - JULIO	444	23	19,30
3	ADP-747	MAYO - JULIO	466	28	16,64
4	ADP-748	MAYO - JULIO	436	15	29,07
5	ADN-754	MAYO - JULIO	456	17	26,82
6	ADT-790	MAYO - JULIO	455	14	32,50
7	ADN-783	MAYO - JULIO	439	10	43,90
8	ADP-747	MAYO - JULIO	444	15	29,60
9	AEQ-760	MAYO - JULIO	420	10	42,00
10	ADT-791	MAYO - JULIO	439	15	29,27

## ANEXO 9: CUADRO DE CONFIABILIDAD

## ANEXO 10: CUADRO DE MANTENIBILIDAD

MANTENIBILIDAD						
N°	PLACA	MESES	e	$\mu = 1/MTTR$	t=TTR + TBF	MANTENIBILIDAD
1		JUNIO - AGO	2.303			
2		JUNIO - AGO	2.303			
3		JUNIO - AGO	2.303			
4		JUNIO - AGO	2.303			
5		JUNIO - AGO	2.303			
6		JUNIO - AGO	2.303			
7		JUNIO - AGO	2.303			
8		JUNIO - AGO	2.303			
9		JUNIO - AGO	2.303			
10		JUNIO - AGO	2.303			

**ANEXO 11: CUADRO DE DATOS PRETEST**

SEMANAS	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
SEMANA 1	64%	71%	89%
SEMANA 2	67%	72%	90%
SEMANA 3	62%	74%	89%
SEMANA 4	65%	78%	91%
SEMANA 5	65%	75%	91%
SEMANA 6	66%	74%	91%
SEMANA 7	69%	72%	91%
SEMANA 8	82%	73%	91%
SEMANA 9	63%	76%	90%
SEMANA 10	62%	75%	90%
SEMANA 11	64%	75%	91%
SEMANA 12	64%	74%	90%
GLOBAL	66%	74%	90%

**ANEXO 12: CUADRO DE DATOS POSTEST**

SEMANAS	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
SEMANA 1	84%	78%	96%
SEMANA 2	82%	88%	97%
SEMANA 3	78%	88%	96%
SEMANA 4	88%	87%	98%
SEMANA 5	89%	84%	97%
SEMANA 6	92%	79%	97%
SEMANA 7	88%	78%	96%
SEMANA 8	92%	77%	95%
SEMANA 9	88%	78%	96%
SEMANA 10	92%	79%	97%
SEMANA 11	94%	82%	97%
SEMANA 12	93%	80%	97%
GLOBAL	88.3%	81,5%	96,7%

## ANEXO 13: PRUEBA BINOMIAL

Prueba binomial						
		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (bilateral)
EXP_P1	Grupo 1	SI	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_P2	Grupo 1	SI	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_P3	Grupo 1	SI	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_R1	Grupo 1	SI	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_R2	Grupo 1	1	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_R3	Grupo 1	1	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_C1	Grupo 1	1	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_C2	Grupo 1	1	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
EXP_C3	Grupo 1	1	6	1.00	0.50	0.031
	Total		6	1.00		
PVALOR=0,05						0,031
PV CALCULADO ES 0,031, Y ES MENOR A 0,05						
<p>Por lo tanto inferimos que la Petincencia, Relevancia y Claridad, evaluada por los 3 expertos de los 6 indicadores, son validos.</p>						

Inicio de LTI | Rich LTI | Posasistente - | WhatsApp | p valor signific... | ¿Qué significa... | VMware Horiz... | +

laboratorios.ucv.edu.pe/portal/webclient/index.html#/desktop

Aplicaciones | Gmail | YouTube | Maps | Traducir | Noticias | Blackboard Learn | Lista de lectura

\*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo | Editar | Ver | Datos | Transformar | Analizar | Gráficos | Utilidades | Ampliaciones | Ventana | Ayuda

6 - EXP\_C3 | 1 | Visible: 9 de 9 variables

	EXP_P1	EXP_P2	EXP_P3	EXP_R1	EXP_R2	EXP_R3	EXP_C1	EXP_C2	EXP_C3	var	var	var	var	var	var
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Vista de datos | Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ACTIVADO

20:25 30/06/2021

TABLA DE PERTINE...xlsx | AVANCE 4.rar | Proyecto\_SBSyAF...docx | Mostrar todo

Escribe aquí para buscar | 16°C | 20:26 30/06/2021

Inicio de LTI | Rich LTI | Posasistente - | WhatsApp | p valor signific... | ¿Qué significa... | VMware Horiz... | +

laboratorios.ucv.edu.pe/portal/webclient/index.html#/desktop

Aplicaciones | Gmail | YouTube | Maps | Traducir | Noticias | Blackboard Learn | Lista de lectura

\*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo | Editar | Ver | Datos | Transformar | Analizar | Gráficos | Utilidades | Ampliaciones | Ventana | Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	EXP_P1	Númerico	8	0		{0, NO}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	EXP_P2	Númerico	8	0		{0, NO}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	EXP_P3	Númerico	8	0		{0, NO}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	EXP_R1	Númerico	8	0		{0, NO}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	EXP_R2	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	EXP_R3	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7	EXP_C1	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
8	EXP_C2	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
9	EXP_C3	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Vista de datos | Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ACTIVADO

20:26 30/06/2021

TABLA DE PERTINE...xlsx | AVANCE 4.rar | Proyecto\_SBSyAF...docx | Mostrar todo

Escribe aquí para buscar | 16°C | 20:26 30/06/2021



Inicio de LTI x Rich LTI x Posasistente - x WhatsApp x p valor signific x ¿Qué significa x VMware Horiz x

laboratorios.ucv.edu.pe/portal/webclient/index.html#/desktop

Aplicaciones Gmail YouTube Maps Traducir Noticias Blackboard Learn Lista de lectura

\*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	EXP_P1	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
2	EXP_P2	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
3	EXP_P3	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
4	EXP_R1	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
5	EXP_R2	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
6	EXP_R3	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
7	EXP_C1	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
8	EXP_C2	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
9	EXP_C3	Númérico	8	0				Derecha	Escala	Entrada
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

Prueba binomial

Lista Variables de prueba: EXP\_P1, EXP\_P2, EXP\_P3, EXP\_R1, EXP\_R2, EXP\_R3, EXP\_C1, EXP\_C2

Definir dicotomía:  Obtener de los datos  Punto de corte: [ ]

Proporción de prueba: 0,50

Aceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ACTIVADO

20:26 30/06/2021

TABLA DE PERTINE...xlsx AVANCE 4.rar Proyecto\_SBSyAF...docx

Escribe aquí para buscar

16°C 20:27 30/06/2021

Inicio de LTI x Rich LTI x Posasistente - x WhatsApp x p valor signific x ¿Qué significa x VMware Horiz x

laboratorios.ucv.edu.pe/portal/webclient/index.html#/desktop

Aplicaciones Gmail YouTube Maps Traducir Noticias Blackboard Learn Lista de lectura

\*Resultado10 [Documento10] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Pruebas NPar
  - Título
  - Notas
  - Prueba binomial
- Registro
- Pruebas NPar
  - Título
  - Notas
  - Prueba binomial

Pruebas NPar

Prueba binomial

	Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (bilateral)	
EXP_P1	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		
EXP_P2	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		
EXP_P3	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		
EXP_R1	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		
EXP_R2	Grupo 1	1	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		
EXP_R3	Grupo 1	1	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		
EXP_C1	Grupo 1	1	6	1,00	,50	,31
	Total		6	1,00		

Área de información

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ACTIVADO H: 488, W: 569 pt.

20:26 30/06/2021

TABLA DE PERTINE...xlsx AVANCE 4.rar Proyecto\_SBSyAF...docx

Escribe aquí para buscar

16°C 20:27 30/06/2021

## Anexo 14: CARTA DE PRESENTACIÓN EXPERTO



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): **José salomón Quiroz Calle**

#### Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, promoción 2021 requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Implementación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en la flota de buses Golden Dragon de la empresa Tracusa, Ate, 2021"

y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

FERNANDO JORGE GÓMEZ SULCA  
D.N.I:45646809

Atentamente.

Firma

MEDINA DE LA CRUZ, ALFREDO  
D.N.I: 48440667

## ANEXO 15: IMAGEN DE LAS UNIDADES



## ANEXO 15: TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Técnica	Instrumento	Resultado
Análisis de datos	Diagrama Ishikawa	Reconocer causas del problema
	Diagrama Pareto	Cuantificar las causas
Observación directa	Ficha de recolección de datos	Recopilación de información
Observación experimental	Historial de fallas	Determinar las fallas, comunes, los buses críticos, las operaciones de los buses y los indicadores del mantenimiento.
	Análisis de criticidad	
	Horas de operación	
	Horas de reparación	
Análisis de Resultados	MTRR Y MTBF	Identificar los logros de los resultados.
	Cuadros comparativos de resultados	


## ANEXO 16: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MANTENIMIENTO PREVENTIVO (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Tipo de Mantenimiento que corrige en el menor tiempo posible los problemas antes que ocasionen una falla, además es definido como una lista de actividades que realizan todos los usuarios, para garantizar que las maquinarias, puedan funcionar correctamente. (Flores, et al, 2014, p.12):	El mantenimiento preventivo es una serie de actividades planificadas y coordinadas hacia la eficiencia para que las unidades y/o equipos continúen operando normalmente.	MTBF (Tiempo Medio entre fallas)	$MTBF = \frac{\# \text{ Horas operadas (TBF)}}{\# \text{ Fallas presentadas}}$	Razón
			MTTR (Tiempo total para reparar)	$MTTR = \frac{\# \text{ Horas en reparación (TTR)}}{\# \text{ Fallas presentadas}}$	Razón
			CRITICIDAD	$CRITICIDAD = F. FALLAS * CONSECUENCIA$	Razón
			Tareas de Mantenimiento	Recolección de fallas Establecer tareas preventivas Establecer tiempos de ejecución	Ordinal
DISPONIBILIDAD (VARIABLE DEPENDIENTE)	"La disponibilidad, tiene como objetivo principal referente al mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, y se ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado" (Scientia Et Technica, 2006)	La disponibilidad mide el rendimiento de los equipos en un tiempo determinado en función de su confiabilidad y mantenibilidad	CONFIABILIDAD	$C = e^{-\frac{\lambda * t}{100}}$ $\lambda = 1/MTBF \text{ (fallas/horas)}$ $t = TBF + TTR \text{ (horas)}$	Porcentual
			MANTENIBILIDAD	$M(t) = 1 - e^{-\mu * t}$ $\mu = 1/MTTR$ $t = TBF + TTR \text{ (horas)}$	Porcentual


## ANEXO 17: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS
<b>GENERAL</b>		
¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en la flota de buses Golden Dragón de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021?	Implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los buses Golden Dragón en la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021.	La implementación del mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad en la flota de buses Golden Dragón de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021.
<b>ESPECÍFICOS</b>		
¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los buses de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021?	Implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los buses Golden Dragón de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021.	La implementación del mantenimiento preventivo mejorará la confiabilidad en la flota de buses Golden Dragón de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021.
¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los buses de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021?	Implementar el mantenimiento preventivo para poder mejorar la mantenibilidad de los buses en la empresa Tracusa. E.I.R.L., 2021.	La implementación del mantenimiento preventivo mejorará la mantenibilidad en la flota de buses Golden Dragón de la empresa Tracusa E.I.R.L., 2021.

## ANEXO 18: CHEK LIST DIARIO

INSPECCIÓN DIARIA		
CÓDIGO DE VEHÍCULO	FECHA : ____/____/____	
	HORA DE INICIO : ____ : ____	
	HORA DE FINALIZACIÓN : ____ : ____	
	DÍA : L / M / M / J / V / S	
TÉCNICO A CARGO :		
TIPO DE MANTENIMIENTO : PREVENTIVO		PRIORIDAD : MEDIA
CANT. TEC.: 1		
<b>TURNO : M / T</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A INSPECCIONAR</b>		
N°	ITEM	REVISADO
1	Limpieza y lavado de la unidad (según es la necesidad)	
2	Verificar Nivel del aceite de motor	
3	Verificar Nivel del líquido refrigerante	
4	Verificar Nivel de agua en el sistema de limpia parabrisa	
5	Verificar Nivel de líquido de embrague	
6	Verificar Nivel de aceite hidráulico de la dirección	
7	Inspeccionar fugas del lubricante de motor	
8	Inspeccionar fugas en el sistema de dirección	
9	Inspeccionar fugas en el sistema de frenos	
10	Inspeccionar fugas en el sistema de transmisión	
11	Inspeccionar fugas en el sistema de combustible (gas)	
12	Inspeccionar fugas en el sistema de refrigeración	
13	Estado de carga de las baterías 28 Voltios	
14	Comprobar estado de luces interiores (Fluorecentes)	
15	Comprobar estado de luces exteriores (luces de posición delanteros)	
16	Comprobar estado de luces exteriores (luces intermitentes laterales)	
17	Comprobar estado de luces exteriores (faros delanteros)	
18	Comprobar estado de luces exteriores (luces de posición posteriores)	
19	Comprobar estado de luces exteriores (luces intermitentes posteriores)	
20	Verificar estabilidad del motor 650 rpm	
21	Verificar Temperatura del motor 90°C	
22	Verificar Sonidos extraños	
OBSERVACIONES :		
SUPERVISOR DE TURNO		JEFE DE TALLER

## ANEXO 19: CHECK LIST SEMANAL

INSPECCIÓN SEMANAL			
CÓDIGO DE VEHÍCULO	FECHA		
	HORA DE INICIO :		
	HORA DE FINALIZACIÓN :		
	TÉCNICO A CARGO :		
TIEMPO ESTIMADO : 60 MIN			
TIPO DE MANTENIMIENTO : PREVENTIVO		PRIORIDAD: MEDIA	
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A INSPECCIONAR			
ITEM			ITEM
<b>MOTOR</b>			<b>SISTEMA DE ADMISIÓN</b>
Limpiar y lavado del motor			Revisar estado de filtro de aire secundario
Verificar Nivel del aceite de motor			Revisar soportes del filtro de aire
Verificar Nivel del liquido refrigerante			Revisar estado del intercooler
Verificar estabilidad del motor 650 rpm			Revisar soportes del intercooler
<b>SUSPENSIÓN</b>			Revisar estado de paletas del turbo
Revisar amortiguadores delanteros			Revisar mangueras de entrada de aire al motor
Revisar amortiguadores posteriores			Revisar manguera de entrada de aire de la compresora
Revisar fuga de aire de valvula de suspension delantera			<b>SISTEMA DE ESCAPE</b>
Revisar fuga de aire de valvulas de suspension posterior			Revisar catalizador
Revisar barra de torcion delantera			Revisar soporte de tubo de escape
Revisar barra de torcion posterior			<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>
Revisar barra estabilizadora delantera			Revisión de caja de dirección
Revisar barra estabilizadora posterior			Revisión de servo dirección
<b>FRENOS</b>			Revisión de deposito de aceite de dirección
Revisar estado de raches delanteros			Revisar fugas de aceite de direccion
Revisar estado de raches posteriores			<b>SISTEMA DE AIRE</b>
Revisar estado de zapatas delanteras			Verificar estado de compresora
Revisar estado de zapatas posteriores			Verificar estado de secador de aire
Revisar fuga de aire por pulmones de freno delanteros			Revisar estado de pedal de freno
Revisar fuga de aire por pulmones de freno posteriores			Revisar fugas de aire en el sistema
<b>TRANSMISIÓN</b>			Revisar presion de aire 9 bar
Revisar estado de cardán			Purgado de tanques de aire
Revisar estado de cruzetas			<b>CORREAS</b>
Revisar puente posterior			Revisar estado de correa del ventilador
<b>CAJA DE TRANSMISIÓN</b>			Revisar correa del alternador
Revisar niveles			<b>SISTEMA DE GAS</b>
Revisar fugas de aceite de caja			Revisar estado de tanques de gas
Revisar estado de disco de embrague			Revisar soportes de los tanques
<b>DIFERENCIAL</b>			Revisar estado de reductor de gas
Revisar niveles			Revisar fugas de gas
Revisar fugas de aceite de diferencial			Revisar fugas de refrigerante en el reductor de gas
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>			Revisar estado de cañerías de gas
Revisar estado de radiador			<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>
Revisar estado de mangueras de agua entrada al motor			Revisar estado de baterias
Revisar estado de mangueras de agua salida del motor			Controlar carga de bateria 28 voltios
Revisar soportes del radiador			Revisar estado de alternador
Revisar bomba de agua			Revisar estado de arrancador
<b>CARROCERÍA</b>			Limpieza de contactos en el transformador
Revisar estado de puertas de ingreso de publico			Comprobar estado de luces interiores (Fluorecentes)
Revisar estado de pasamanos			Comprobar estado de luces exteriores (luces de posicion delanteros)
Revisar estado de asiento del conductor			Comprobar estado de luces exteriores (luces intermitentes laterales)
Revisar estado de cinturones de seguridad			Comprobar estado de luces exteriores (faros delanteros)
			Comprobar estado de luces exteriores (luces de posicion posteriores)
			Comprobar estado de luces exteriores (luces intermitentes posteriores)
			Comprobar estado de funcionamiento de claxon
OBSERVACIONES :			
<b>AUTORIZACIÓN PARA MANTENIMIENTO</b>		<b>SUPERVISOR DE TURNO</b>	