



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Plan de mejora de mantenimiento preventivo para incrementar la
disponibilidad en la flota vehicular de una empresa agrícola, Chao
2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Cortez Ferrer, Sali Edith (orcid.org/0000-0001-8702-0810)

Ramirez Herrera, Jhonny Alexander (orcid.org/0000-0002-4206-5238)

ASESORES:

Dr. Linares Lujan, Guillermo Alberto (orcid.org/0000-0003-3889-4831)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico la presente línea de investigación a mi querida familia, por su ayuda sin condiciones para poder seguir esforzándome y seguir adelante tanto en lo personal como profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

A Dios por proteger a mi familia y acceder a que pueda seguir estudiando y preparándome para poder brindar un mejor futuro a mi familia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GUILLERMO ALBERTO LINARES LUJAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "PLAN DE MEJORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN LA FLOTA VEHICULAR DE UNA EMPRESA AGRICOLA, CHAO 2023", cuyos autores son RAMIREZ HERRERA JHONNY ALEXANDER, CORTEZ FERRER SALI EDITH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GUILLERMO ALBERTO LINARES LUJAN DNI: 40026086 ORCID: 0000-0003-3889-4831	Firmado electrónicamente por: GLINARES.L el 31-07- 2023 21:15:22

Código documento Trilce: TRI - 0579430





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, RAMIREZ HERRERA JHONNY ALEXANDER, CORTEZ FERRER SALI EDITH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PLAN DE MEJORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN LA FLOTA VEHICULAR DE UNA EMPRESA AGRICOLA, CHAO 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHONNY ALEXANDER RAMIREZ HERRERA DNI: 45836971 ORCID: 0000-0002-4206-5238	Firmado electrónicamente por: JRAMIREZHE89 el 08- 07-2023 11:40:50
SALI EDITH CORTEZ FERRER DNI: 62246868 ORCID: 0000-0001-8702-0810	Firmado electrónicamente por: SCORTEZFE6 el 08- 07-2023 20:50:55

Código documento Trilce: TRI - 0579433

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, Muestra, Muestreo y Unidad de Análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cálculo de disponibilidad – pre test.....	17
Tabla 2: Cálculo de disponibilidad – pre test.....	19
Tabla 3: Diagrama Vester Pre test.....	23
Tabla 4 Causas Críticas.....	25
Tabla 5 Causas Activas.....	26
Tabla 6 Causas Pasivas.....	26
Tabla 7 Causas Indiferentes.....	26
Tabla 8: Planes de acción a realizar.....	27
Tabla 9: Identificación de equipos.....	28
Tabla 10: Plan de mantenimiento preventivo y repuestos.....	29
Tabla 11: Cálculo de disponibilidad – post test.....	36
Tabla 12: Cálculo de disponibilidad – Post – tes cuadro.....	38
Tabla 13 Costos de pre test.....	40
Tabla 14 costos de post test.....	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 2: Cálculo de disponibilidad – pre test.....	19
Figura 1: Indicador de Pre test.....	19
Figura 2: Indicador de Fallas Pre test.....	20
Figura 3: Diagrama de Ishikawa.....	22
Figura 4: Gráfico Matriz Vester.....	25
Figura 5: Check List de Vehículos.....	30
Figura 6: Creación de planes en sistema SAP.....	33
Figura 7: Planes en sistema SAP.....	33
Figura 8: Planes en sistema SAP.....	34
Figura 9: Visualización Solped.....	34
Figura 10: Indicador de Post test.....	38
Figura 11: Fallas por periodo Post test.....	39
Figura 12: Comparativo Pre Test y Post Test.....	41
Figura 13: Resultado de Disponibilidad Total ANOVA.....	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “plan de mejora de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad en la flota vehicular de una empresa agrícola, Chao 2022” tiene como objetivo mejorar la disponibilidad de la flota vehicular específicamente en cuatrimotos, lo cual se puede realizar basado en la investigación con diseño experimental: preexperimental con pre y post test, la muestra está conformada por 10 unidades de cuatrimotos aplicando el muestreo no probabilístico por conveniencia para obtener los datos de disponibilidad, MTTR y MTBF,

Además, realizando la recolección de datos la cual utilizamos con herramienta principal obtuvimos datos para el Pre test la cual fueron analizados posteriormente y poder brindar propuestas para mejoras en el mantenimiento preventivo.

Se concluye que el plan de mejora de mantenimiento preventivo con ayuda de la herramienta SAP es de influencia positiva para la empresa ya que ayuda a incrementar significativamente la disponibilidad de los cuatrimotos de un 73.63% a un 99.31% aumentado así un 25.68%; así como también aumenta el MTBF y disminuye el MTTR así se muestra en las tablas 2 y 11; y se confirma con el análisis estadístico ANOVA, negando de esta manera la hipótesis nula y se concreta la hipótesis de la investigación.

Palabras Clave: Mantenimiento Preventivo, MTTR, MTBF, Disponibilidad

ABSTRACT

This research work entitled "preventive maintenance improvement plan to increase availability in the vehicle fleet of an agricultural company, by 2022 aims to improve availability in the vehicle fleet category specifically in ATVs, which can be done based on In the research with experimental design: pre-experimental with pre and post test, the sample is made up of 10 ATV units applying non-probability sampling for convenience to obtain data on availability, MTTR and MTBF,

In addition, by collecting data, which we use with the main tool, we obtained data for the Pretest, which was later analyzed and able to provide proposals for improvements based on preventive maintenance.

It is concluded that the improvement plan based on preventive maintenance has a positive influence for the company since it helps to significantly increase the availability of ATVs from 73.63% to 99.31%, thus increasing 25.68%; as well as the MTBF increases and the MTTR decreases as shown in tables 2 and 11; and it is confirmed with the ANOVA statistical analysis, thus denying the null hypothesis and concretizing the research hypothesis.

Keywords: Preventive Maintenance, MTTR, MTBF, Availability

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mantenimiento ha llevado a importantes mejoras en la confiabilidad y productividad de los sistemas industriales en la cual proporciona la cronología de las tareas de mantenimiento y asignación de un conjunto de recursos (operadores, herramientas y repuestos y partes). Sin embargo, las últimas décadas han experimentado un crecimiento exponencial el crecimiento económico y el desarrollo de agresivos competencia para las empresas manufactureras (Saihi et al, 2022). Por lo tanto, una de las principales limitaciones sigue siendo la creciente recursos limitados disponibles para acciones de mantenimiento y varios las instalaciones industriales comparten los mismos recursos de mantenimiento Se enfatiza aún más en las empresas donde las instalaciones están distribuidas geográficamente. En este caso, la optimización objetiva está relacionado con el programa de operación de mantenimiento (Manco et al, 2022).

Las grandes flotas de vehículos industriales y de construcción requieren actividades de mantenimiento periódicas para asegurar una alta productividad. La programación de estas operaciones es potencialmente desafiante porque el cronograma óptimo depende de las características y el uso del vehículo (markudova et al, 2021).

En diferentes empresas el mantenimiento es muy utilizado ya que es una combinación de las actividades técnicas y administrativas diseñadas para evitar que un equipo o parte falle y/o arreglarlo para que pueda seguir realizando su función, con la finalidad de alargar la vida útil del mismo y garantizar la operatividad (kamel et al, 2020).

En Alemania la automatización en las diferentes industrias va evolucionando constantemente y superando muchos desafíos (Attaran, 2020).

Por otro lado, en Perú con el incremento de la flota vehicular en las empresas y considerando la importancia de un adecuado mantenimiento preventivo se requiere diseñar una planeación de mantenimiento para toda la flota vehicular, con el objetivo de prolongar la vida útil de los vehículos y reducir los futuros costos que se podrían presentar al no realizarse a tiempo (Álvarez & Mejía, 2022).

El presente proyecto de investigación se refleja en la importancia del mantenimiento preventivo en las flotas vehiculares en la empresa Chao, 2023 esto porque con el paso del tiempo los equipos tienden a deteriorarse para ello se debe contar con un mantenimiento, ya al tener un mejor control planificado esto permitirá que podamos prevenir los inconvenientes de manera de disminuir el tiempo de reparaciones.

La empresa ubicada en Chao, 2023 se encuentra situada dentro del área agrícola donde se desarrollan las actividades productivas en la zona de Virú departamento de la Libertad a pocos Kilómetros de la panamericana Norte, asegurando la frescura de la materia Prima y reduciendo riesgos de cambios climáticos. Contando con una producción total de aproximadamente 2000 hectáreas. Y para poder realizar las operaciones se necesita de flotas vehiculares para poder disminuir los tiempos de recorrido y poder llegar oportunamente, es por ello que en sus actividades incurre el mantenimiento de las flotas vehiculares ya sea preventivo o correctivo es por ello que en la actualidad se están presentando inconvenientes en cuanto realizar mantenimientos preventivos a tiempo ,ya que no se tiene un buen control esto conlleva a elevar el número de fallas recurrentes y posteriormente a paradas de mucho más tiempo obteniendo una disponibilidad no optima.

Nuestro proyecto de investigación responde a las interrogantes presentadas **¿de qué forma el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad en la flota vehicular de una empresa agrícola, chao 2023?** ¿Cuál es la disponibilidad actual de la empresa? ¿Cuáles son los aspectos críticos del mantenimiento preventivo de la flota vehicular? ¿cómo incrementará la disponibilidad con el plan de mejora de mantenimiento preventivo en la flota vehicular de una empresa agrícola, chao 2022? ¿Cómo influye el plan de mejora de mantenimiento preventivo? ¿Cuáles son los costos incurridos en los mantenimientos?

Esta investigación se justifica en base a los criterios de Kamel Et al (2020), En la cual indica que la empresa tenga un modelo de gestión en un plan de mantenimiento preventivos y sirva de base de un diseño de mejoras en cuando a productividad y mejora en análisis de costos, siendo importante tener un correcto

plan ya que el uso de los vehículos es vital en la empresa.

Para Markudova Et al (2021), asegurar el correcto funcionamiento de la flota vehicular, implica que los gestores tengan que recurrir a actividades de mantenimiento preventivo periódico, y estas estén sujetas a la planificación de mantenimiento preventivo basadas en el uso real del vehículo, esto mejoraría significativamente la eficiencia.

Con el objetivo de garantizar una respuesta oportuna sobre el problema planteado de investigación se indica los resultados mediante le objetivo general a fin de responder a este problema de investigación planteado es necesario lograr en efecto resultados esperados es así como mostramos nuestro objetivo general **determinar como el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad en la flota vehicular de una empresa agrícola, chao 2023.**

y para profundizar un poco más el tema tratado es necesario indicar los objetivos específicos, primero diagnosticar la disponibilidad actual de la flota vehicular en la empresa, evaluar los aspectos críticos del mantenimiento preventivo de la flota vehicular, diseñar el plan de mejora de mantenimiento preventivo de la flota vehicular, determinar como el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad en la flota vehicular, Analizar los costos incurridos en la implementación de las mejoras.

La hipótesis general planteada en el presente trabajo de investigación manifiesta que el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad en la flota vehicular de una empresa agrícola, chao 2023

II. MARCO TEÓRICO

Zhou et al (2020), señalan en su artículo de investigación que los autobuses urbanos suelen requerir distintos tipos de mantenimiento preventivo y que cuantificar la eficiencia del mantenimiento preventivo es muy importante para la gestión del mantenimiento preventivo, toma de decisiones y optimización. Tuvo como objetivo cuantificar todo tipo de eficiencia en los diversos tipos de mantenimiento. También dice que su estudio presenta un modelo de mantenimiento preventivo secuencial imperfecto para cuantificar la eficiencia del mantenimiento de autobuses urbanos, que los trabajos existentes de modelos de mantenimiento preventivo imperfecto secuencial están todos formulados en base a la reducción de la intensidad de fallas y que el modelo propuesto en su estudio define eficiencia de mantenimiento como proporción de la diferencia entre los incrementos de intensidad de las fallas reales y esperados, dado que la proporción de la diferencia puede variar de negativa a positiva, su modelo propuesto puede cuantificar todo tipo de eficiencia de mantenimiento dada en las obras existentes.

Pastel (2021) indica en su investigación que un programa de mantenimiento planificado puede ayudarlo a presupuestar el mantenimiento continuo, como viajes, lubricantes, piezas, suministros y mano de obra, después de lo cual puede proporcionar los totales por mes y la duración del contrato. Conocer los costos fijos de estos programas de mantenimiento planificados también puede ayudarlo a minimizar el efecto de los gastos comerciales no planificados. se toma como aporte que un mantenimiento planificado minimiza el tiempo de inactividad y fallas lo que aumenta la efectividad general del equipo al garantizar que los materiales necesarios, la mano de obra interna y externa estén disponibles para cuando el equipo requiera mantenimiento.

Por otro lado, en Egipto, Kamel et al (2020), en su investigación indican que la programación de mantenimiento preventivo para optimizar el costo y mejorar la edad efectiva de las máquinas en sistemas reparables complejos son de suma importancia. El objetivo del modelo desarrollado es minimizar los costos totales de mantenimiento manteniendbo a un nivel definido de disponibilidad y confiabilidad.

Los costos de mantenimiento incluyen el costo de fallas aleatorias, el costo de reparación, el costo de reemplazo y el costo total de tiempo de inactividad planificado. Las acciones de mantenimiento preventivo multinivel, como inspección, reparación y reemplazo, se consideran a lo largo de todo el horizonte de planificación. Se toma como aporte el desarrollo de un algoritmo genético utilizando un programa MATLAB para proporcionar una solución casi óptima para el modelo de optimización. El modelo matemático propuesto se aplicó a una fábrica de Cloruro de Sodio y los resultados muestran una reducción del costo total de mantenimiento en un 34%.

Por otro lado, en Italia markudova et al (2021), realizó un estudio donde indica que Las grandes flotas de vehículos industriales y de construcción requieren actividades de mantenimiento periódicas. La programación de estas operaciones es potencialmente desafiante porque el cronograma óptimo depende de las características y el uso del vehículo, esta investigación analiza un caso de estudio industrial real, donde una empresa que proporciona servicios telemáticos apoya a los administradores de flotas en la programación de operaciones de mantenimiento de alrededor de 2000 vehículos de construcción de varios tipos. La heterogeneidad de la flota y la disponibilidad de datos históricos fomenta el uso de soluciones basadas en datos basadas en técnicas de aprendizaje automático. Esta investigación tiene como aporte la Exploración del rendimiento de los modelos lineales y no lineales, mostrando que los modelos de aprendizaje automático pueden capturar las tendencias subyacentes que describen los patrones de uso de vehículos no estacionarios. También se considera explícitamente que la falta de datos para los vehículos que se han agregado recientemente a la flota. Los resultados muestran que la disponibilidad de incluso una porción limitada de los niveles de uso anteriores permite la identificación de vehículos con tendencias de uso similares y la reutilización oportunista de sus datos históricos.

Según Theissler et al (2021), los desarrollos recientes en el modelado de mantenimiento impulsados por enfoques basados en datos, como el aprendizaje automático (ML), han permitido una amplia gama de aplicaciones en la industria automotriz, garantizar la seguridad funcional durante el ciclo de vida del producto y limitar los costos de mantenimiento se ha convertido en un gran desafío, un enfoque crucial para lograr esto es el mantenimiento predictivo (PdM). Dado que los

vehículos modernos vienen con una enorme cantidad de datos operativos.

Según Guner et al (2021), en Turquía en su investigación indica que los vehículos automotores están compuestos por una gran cantidad de partes, y que la planificación de las actividades de mantenimiento de las diferentes partes es una decisión crucial que afecta la confiabilidad del sistema, los costos de operación y los requisitos de capacidad de los proveedores de servicios. En su estudio propone un método sistemático para determinar las partes críticas que deben manejarse con mantenimiento preventivo (PM) adicional y preparar planes alternativos de PM con diferentes niveles de costo y uso de capacidad. Su método utiliza un enfoque de toma de decisiones multicriterio para determinar las partes críticas y realizar un análisis estadístico de confiabilidad con datos de fallas y conocimiento experto para crear los planes de mantenimiento.

Entre la búsqueda de información encontramos a Engbers et al (2021), en Alemania que expresa que, Dado que los métodos de pronóstico tienen diferentes fortalezas y debilidades, encontrar el mejor método de puede ser un desafío y para superar el compromiso de un rendimiento de pronóstico reducido, se pueden combinar varios métodos de pronóstico para aprovechar las fortalezas del método individual en función de la configuración del sistema de fabricación. En este caso, se requiere un sofisticado esquema de ponderación y selección de métodos.

En el Perú según Alvares & Mejía (2022), la optimización de los planes de mantenimiento preventivo aumentará la confiabilidad de la flota y logrará una mayor disponibilidad, reduciendo así el impacto de fallas inesperadas, evitando el tiempo de inactividad no planificado de la flota, extendiendo la vida útil del equipo de la empresa.

Para Erazo (2019), en su tesis nos dice que el principal problema que afecta la disponibilidad en unidades móviles es el no contar con correctos planes mantenimientos preventivos, también dice que la disponibilidad se caracteriza por el tiempo en que el equipo se encuentra en buen estado para ser operado. Para calcularla se tiene en cuenta la suma de tiempos que se utiliza en paradas que son planificadas, también la suma del tiempo de paradas que no son planificadas, Tuvo

como resultado en su investigación una disponibilidad promedio de 83.56% de la flota de vehículos menores. Teniendo en cuenta que inicialmente la empresa no tenía ni noción de lo que era un mantenimiento preventivo.

También carranza & rosales (2018) en su investigación menciona que Debido a la necesidad de aumentar la disponibilidad de los cargadores Luguensi, se realizó una investigación que reveló un problema muy específico donde se encontró un defecto crítico en el interior de la máquina que requería mantenimiento y trabajo. Tuvo como objetivo aumentar la disponibilidad de las unidades por medio de un programa de mantenimiento preventivo. su trabajo es de tipo correlacional y tiene un diseño experimental, con preexperimental. Tiene como población sus vehículos montacargas, inicialmente se tenía una disponibilidad de 79.75% y después de hacer el plan de mantenimiento preventivo su disponibilidad creció a 89.87%, dado esos resultados se concluye que el incremento de su disponibilidad se debió gracias a la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, asimismo se determinó la correcta programación para la realización de trabajos de mantenimiento ayudando a reducir tiempos en la reparación.

Además, rojas (2020), nos indica en su tesis que gracias a la mejoría en los planes de mantenimiento les permitió reducir los tiempos de mantenimiento, TMPR han fueron más bajos con respecto al tiempo en el 2018 que fue de 21.1 hora y el 2019 fue de 4.16 horas, también tuvo significancia positiva en el tiempo medio entre fallas (TMEF) porque en el 2018 fue de 42 horas y en el 2019 fue de 199.8 horas. La disponibilidad creció 84.24% a 97.81%.

Para Julca (2022), en su investigación nos dice que en los últimos años a la empresa se le vino aplicando varias penalidades por el incumplimiento de los programas para recoger el aceite usado, casi siempre en empresas mineras, lo que representa para la empresa pérdidas económicas, además de perder contratos con empresas muy importantes para el giro del negocio. Su principal objetivo es Implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la flota, asimismo comenta que ha sido factible porque se logró un aumento de la disponibilidad de la flota de 3.61% en el 2021 que es el periodo post test, con

respecto al año 2020 que fue su periodo pre test.

Además, Rosales (2022) en su tesis indica que su estudio se basa en una detección temprana de la falla en los equipos, evitando así paradas inesperadas en los equipos para tener procesos confiables y disponibles, también dice que la eficiencia del plan de mejora del mantenimiento predictivo está compuesta de las personas especializadas y la tecnología aplicada. Su objetivo principal es identificar la influencia de la implementación de un plan de mejora del mantenimiento predictivo basado en confiabilidad sobre la disponibilidad de los equipos críticos en el área de molienda en el proceso de la Unidad Minera, así mismo comenta que tuvo un incremento en la disponibilidad de 4.7% con respecto del periodo pre test al periodo post test.

También para Vera (2022), en su investigación indica que la problemática que presenta la empresa es su baja disponibilidad en la flota vehicular por paradas inesperadas, tiene como principal objetivo determinar cuánto el mantenimiento preventivo puede mejorar la disponibilidad en la flota vehicular, como resultado la disponibilidad tuvo un incremento pues la disponibilidad inicial fue 62.4% y posterior a la aplicación del mantenimiento preventivo en la flota vehicular se obtuvo como resultado una mayor disponibilidad que fue del 81.3%; con esto concluyó que la aplicación del mantenimiento preventivo a la flota vehicular incrementa la disponibilidad en 18.9 %.

El **mantenimiento preventivo** es la combinación de todas las acciones y técnicas administrativas asociadas y destinadas para evitar que un dispositivo o componente falle o restaurarlo a un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se puede clasificar en tres categorías: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo. El mantenimiento correctivo (CM) es todo el mantenimiento no programado y generalmente se realiza después de la falla del sistema. Puede ser la estrategia adecuada cuando la falla no tiene un costo serio o consecuencias de seguridad o cuando está en un lugar bajo en la lista de prioridades. El mantenimiento preventivo (PM) es un mantenimiento programado en el que todas las acciones se llevan a cabo sobre una base planificada oportuna;

en un horario periódico y específico mientras el sistema aún está operativo. En la práctica, un programa de PM puede incluir cosas como limpieza, lubricación, cambios de aceite, ajustes, reparaciones y revisiones parciales o completas que se programan regularmente. Mejora la disponibilidad y confiabilidad del sistema y es menos costoso que el mantenimiento correctivo, ya que minimiza el tiempo de inactividad no planificado causado por fallas en el equipo. PM reduce las fallas inesperadas del equipo y reduce el riesgo de lesiones. La tercera categoría es el mantenimiento predictivo que se basa en monitorear el estado de la máquina para predecir las fallas (Kamel, 2020). El mantenimiento preventivo es una estrategia que se utiliza en equipos industriales o domésticos para brindar apoyo anticipado, ya que permite prever daños y desgaste con el objetivo de mantener el dispositivo en funcionamiento continuo. Esto se hace para evitar paradas costosas en términos de tiempo perdido y gastos que pueden ser muy elevados (Mora, 2019).

La **confiabilidad** se relaciona principalmente con la tasa de fallas, la vida útil promedio del y el tiempo de actividad. De forma similar, si aumenta el número de fallos de los dispositivos o si disminuye el tiempo medio de funcionamiento de los dispositivos, la consecuencia es que la fiabilidad es menor.

Para villasis et al (2018), **la confiabilidad** son resultados de un previo estudio que se pueden considerar confiables cuando se tiene un grado de validez alto, ósea cuando no presenta sesgos.

Para Ccahuana, (2023) Un **plan de mantenimiento preventivo** es una agenda de labores y procedimientos que se encuentran planificados, ordenados y estructurados, con el propósito de establecer las fechas de ejecución y los tipos de actividades que se deben realizar en las unidades. también es una distribución de trabajos de mantenimiento reservado, los cuales están relacionados, estos siguen algún tipo de medida. El plan de mantenimiento tiene 3 tipos de acciones, los rutinarios, los cuales se realiza de forma consistente y suelen ser realizados por el grupo de trabajo (Renovetec, 2017).

La Programación de mantenimiento: La planificación anticipada del tiempo y lugar en que deben llevarse a cabo las actividades necesarias, con los recursos requeridos, para producir un artículo o brindar un servicio (García, 2012).

La **falla** es cualquier estado de actividad de un equipo o pieza que está fuera de una norma, las distintas maneras de las fallas son las circunstancias en que se encuentra el equipo o pieza antes de la falla (Nicho, 2017).

Tiempo medio entre fallas (MTBF):

El tiempo promedio que transcurre entre cada falla de un componente reparable. Se obtiene mediante el cálculo del promedio aritmético de los tiempos transcurridos entre las fallas consecutivas (ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros, 2018).

Tiempo medio para reparar (MTTR): Se refiere a la medición del tiempo que se tarda en reparar un equipo o sistema, y cómo esto afecta la efectividad de restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que ha fallado. El MTTR es un indicador de mantenibilidad que está relacionado con la ejecución del mantenimiento y la probabilidad de devolver al equipo las condiciones operativas en un periodo de tiempo determinado (Amendola, 2003).

La disponibilidad: Se refiere a la capacidad de un sistema, equipo o componente para cumplir su función durante un período específico, bajo condiciones y rendimiento predefinidos. La disponibilidad de un elemento no garantiza que esté en funcionamiento, sino que está en condiciones de hacerlo (ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros, 2018).

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

ERP (Enterprise Resource Planning), se trata de un sistema integral de planificación de recursos empresariales que almacena toda la información relevante de una organización. Es un software que integra en un mismo lugar todos los datos de la empresa, y se convierte en un sistema clave y estratégico para la gestión de la misma (Oltra, 2012).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo Aplicativa de Alcance Explicativo, debido a que se

evalúa a un solo grupo el cual a la misma vez será el grupo de control y se aplicará antes el estímulo, luego se administra el tratamiento y se aplica una prueba posterior al estímulo con datos para luego ser analizados estadísticamente (Álvarez, 2020).

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental: preexperimental con pre y post test, pues en la cual se realizará un análisis de antes y después. Por su alcance es explicativo, porque se realizará un estudio causa efecto, tendremos una variable independiente y se refiere al (mantenimiento preventivo) y una variable dependiente (la Disponibilidad) (Hernández & Mendoza, 2018).

Donde:

M: Muestra

OX: Observación de la variable independiente y se refiere al Mantenimiento preventivo.

OY: Observación de la variable dependiente la productividad.

i: Incidencia del diseño del plan de mejora de mantenimiento preventivo.

3.2. Variables y operacionalización

las variables se definen conceptual y operacionalmente, La definición conceptual implica expresar una variable de acuerdo con el marco teórico utilizado, como la definición de persuasión según la teoría de la persuasión. Por otro lado, la definición operacional indica cómo se medirá la variable, es decir, qué aspectos se utilizarán para medir el concepto (Morone, 2013).

Variable independiente: Mantenimiento preventivo.

la definición de mantenimiento abarca diversos aspectos. Se puede describir como un conjunto de actividades de gestión y operación que requieren la asignación de recursos humanos y materiales para cumplir tareas específicas, con el objetivo de preservar el estado o funcionamiento adecuado de un bien (Zea, 2021)

Variable dependiente: Disponibilidad.

Es la capacidad de estar en un preparado para funcionar cuando se requiera (Salazar, 2019).

3.3. Población, Muestra, Muestreo y Unidad de Análisis

3.3.1 Población

La población de estudio es un grupo de casos que se ha definido, limitado y es accesible, y se utiliza como punto de referencia para seleccionar una muestra que cumpla con ciertos criterios previamente establecidos (Arias et al, 2016)

La población está constituida por 31 unidades de flotas vehiculares conformadas por camionetas, trimotos, cuatrimotos y motocicletas con las que cuenta la empresa ubicada en Chao, en el año 2023.

Criterios de inclusión

Unidades de transporte con mayor costo en correctivos en los últimos 03 meses.

Criterios de exclusión

Unidades con menor costos de correctivos en los últimos 03 meses.

3.3.2 Muestra

La muestra es una porción o segmento de la población o universo en el que se realizará la investigación, y se utilizan diferentes métodos para determinar su

tamaño, como fórmulas y lógica. La muestra representa de manera adecuada a la población en general (López, 2004).

Para la investigación se tomará un tamaño de muestra de 10 unidades correspondientes al tipo de vehículo (cuatrimotos) que representa el 32% de la población la cual estará compuesta por criterios como: mayor costo de mantenimiento correctivos, y n° de fallas las cuales no permiten una buena disponibilidad motivo por el cual dicha información se convertirá en información fundamental para el desarrollo de la investigación.

3.3.3 Muestreo

El muestreo probabilístico es una técnica de muestreo en la cual no se utiliza una selección aleatoria, sino que se basa en el criterio personal del investigador para elegir los elementos que formarán parte de la muestra (Velasco & Martínez, 2017). El presente trabajo de investigación utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.3.4 Unidad de Análisis

Se considera a las unidades de la flota vehicular que cumple con los criterios de inclusión y exclusión de la empresa ubicada en Chao, considerando documentos, reportes y fichas de estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: son estrategias de obtención de información necesaria para responder a la pregunta de investigación (Mendoza et al, 2020). en la presente investigación se utiliza el análisis documental Revisión de documentos y seleccionar información relevante, la cual fue brindada por el área de mantenimiento de la empresa.

Instrumento: El propósito del Instrumento es hacer más fácil el registro continuo y uniforme de los fenómenos que están siendo observados (De la Lama,2022), para este trabajo se realizará fichas registro para poder medir la confiabilidad, el número de fallas, la disponibilidad, la fiabilidad y la mantenibilidad de la flota vehicular.

Validación: según Moreno (2005), La validez implica evaluar cómo se presenta el contenido, comparar los indicadores con los ítems que miden las variables

correspondientes. Se considera válida una prueba cuando está diseñada, elaborada y aplicada de manera adecuada, y mide lo que se pretende medir.

Tabla 1- Tabla de validadores expertos

Lista de expertos

Nº	Lista de expertos	Especialidad	Experiencia en años	grado
1	Dennis Zavaleta Rojas	Residente de proyectos	10	Ingeniero mecánico
2	Jenrry Diaz Ruiz	Supervisor de mantenimiento	10	Ingeniero mecánico electricista
3	Jorge Luis Valverde Guerra	Seguridad Industrial	8	Ingeniero Industrial

Confiabilidad:

La confiabilidad, o precisión, se refiere a qué tan libres de errores están los puntajes de una medición. En otras palabras, al repetir la medición bajo las mismas condiciones, los resultados deberían ser parecidos (Aravena, 2014).

En la presente investigación de estudio se puede considerar confiable, puesto que la validación de los datos ha sido tomada con instrumentos validados, además de verificar que los datos sean lo más cercano a la realidad.

3.5. Procedimientos

Un procedimiento consiste en una serie de pasos o acciones organizadas y sistemáticas que se siguen para realizar una tarea o lograr un objetivo específico (Maldonado, 2011).

Para el inicio de nuestra investigación se solicitó a la Jefatura de Planificación para que nos permita acceder a la información y datos de la empresa, con el V° B° se procedió a solicitar a la Gerencia de Ingeniería de mantenimiento, Gerencia de operaciones y Gerencia de recursos humanos con la aprobación se procedió a revisar la información.

La empresa se dedica al cultivo de palta Hass y se encuentra dentro del rubro de la Agroindustria donde en la cual aplicaremos las herramientas y técnica recaudadas en base a la información revisadas.

Objetivo específico 1: diagnosticar la disponibilidad actual de la empresa.

Iniciamos con un diagnóstico en base a la situación actual de la empresa, específicamente del área de Mantenimiento Agrícola en el rubro de Flotas vehiculares para tener parámetros y un punto de partida y con ello revisar la información de la documentación actual de la empresa, en donde se emplearon técnicas de Análisis de documentación en la cual se procedió a revisar la data histórica donde se tuvieron en cuenta aspectos como n° de fallas, disponibilidad de los vehículos, fallas frecuentes para el diagnóstico actual.

Objetivo específico 2: evaluar los aspectos críticos del mantenimiento de la flota vehicular en la empresa Chao, 2023.

Luego se aplicó la evaluación a los aspectos críticos, en base a la información revisada con los instrumentos a realizar en la cual se identificó las unidades de transporte con mayores fallas reportadas, las cuales elevan los registros de paradas de los Vehículos y disminuyen la disponibilidad con el propósito de saber el mayor porcentaje de falla de flotas vehiculares. Para ello utilizamos la matriz Vester, la cual permitirá obtener las causas críticas de una baja disponibilidad en el periodo de análisis.

Objetivo específico 3: Diseñar e implementar un plan de mejora de mantenimiento preventivo de la flota vehicular en la empresa Chao, 2023.

Para realizar este objetivo de diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la cual tomaremos información de las fichas de recolección de datos como codificación de flotas vehiculares, plan de mantenimiento cada cierto Kilometraje, realizaremos las hojas de rutas y revisión de puntos de medidas, las cuales nos servirán de base para realizar la implementación del plan de mejora en el sistema SAP.

Objetivo específico 4: Determinar como el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chao, 2023.

En este procedimiento se realizará una comparación entre el periodo pre test y el periodo post test en la cual realizaremos un análisis y demostraremos la importancia del plan de mantenimiento Preventivo utilizando como herramienta un ERP, la cual servirá de gran aporte a la empresa a aplicar, ya que servirá de ayuda para tener un mejor control en cuanto a mantenimientos, a tiempo y evitar mantenimientos correctivos, junto con ello se mejorará la disponibilidad de la flota vehicular.

Objetivo específico 5: Analizar los costos incurridos en la implementación de las mejoras en la empresa Chao, 2022.

En este paso se realizará un Análisis exhaustivo en cuanto a costos incurridos antes de realizar el estudio y posterior a ello, en base a la documentación y el diseño realizado la cual será de mucha importancia para nuestra investigación ya que nos permitirá llegar a un resultado favorable.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizará un análisis estadístico inferencial para determinar si existe o no diferencia significativa entre las mediciones del pre test y post test utilizando un análisis de T de student el cual será procesado en software SPSS.

3.7. Aspectos éticos

En el presente trabajo de investigación ha tomado varios criterios para ser elaborado, sin vulnerar los derechos humanos, ni haciendo pruebas con animales, alineándose a la norma APA 7ª edición, tomando en cuenta el autor y año de la

elaboración, respetando la normativa de la UCV, también tratando la información brindada por la empresa con total confidencialidad, y por último evitando el plagio por medio de la plataforma turnitin con un porcentaje de similitud no mayor al 25%.

IV. RESULTADOS

En nuestra investigación hemos obtenido resultados según como se detalla en los indicadores que hemos utilizado en la empresa de Chao 2023.

En las cuales se presentan de acuerdo a los objetivos específicos planteados sobre la disponibilidad desde octubre a Diciembre del 2022 que representa como se tenía la disponibilidad a la cual se denomina (Pre Test) posterior a ello se observan los cambios en el (Post –Test) en donde consideramos registros ,indicadores para poder analizar y realizar los planes de acción para mejorar la disponibilidad en los futuros meses que fueron los meses de Marzo a Mayo del 2023.

Objetivo específico 1: diagnosticar la disponibilidad actual de empresa Chao, 2022.

Se observa la disponibilidad mostrando el desarrollo en el tiempo dentro del periodo para análisis de pre-test, octubre – diciembre 2022.

Tabla 1: Cálculo de disponibilidad – pre test.

Mes	Unidad	Tiempo disponible	Tiempo total operaciones	Tiempo de inactividad	Numero de fallas	MTBF Fiabilidad	MTTR Mantenibilidad	Disponibilidad
OCTUBRE	MPCUA01	288	186	102	3	62	34,00	65%
OCTUBRE	MPCUA02	288	202,8	85,2	3	68	28,40	70%
OCTUBRE	MPCUA03	288	228,4	59,6	6	38	9,93	79%
OCTUBRE	MPCUA04	288	186	102	8	23	12,75	65%
OCTUBRE	MPCUA05	288	198	90	7	28	12,86	69%
OCTUBRE	MPCUA06	288	234,4	53,6	3	78	17,87	81%
OCTUBRE	MPCUA07	288	166,4	121,6	6	28	20,27	58%
OCTUBRE	MPCUA08	288	257	31	3	86	10,33	89%
OCTUBRE	MPCUA09	288	246	42	3	82	14,00	85%
OCTUBRE	MPCUA10	288	215,4	72,6	5	43	14,52	75%
NOVIEMBRE	MPCUA01	288	195,7	92,3	4	49	23,08	68%
NOVIEMBRE	MPCUA02	288	214,5	73,5	4	54	18,38	74%
NOVIEMBRE	MPCUA03	288	179,5	108,5	5	36	21,70	62%
NOVIEMBRE	MPCUA04	288	252,8	35,2	3	84	11,73	88%
NOVIEMBRE	MPCUA05	288	260,7	27,3	4	65	6,83	91%
NOVIEMBRE	MPCUA06	288	248,8	39,2	3	83	13,07	86%
NOVIEMBRE	MPCUA07	288	198,5	89,5	4	50	22,38	69%
NOVIEMBRE	MPCUA08	288	236	52	3	79	17,33	82%
NOVIEMBRE	MPCUA09	288	266,5	21,5	1	267	21,50	93%
NOVIEMBRE	MPCUA10	288	266,2	21,8	3	89	7,27	92%
DICIEMBRE	MPCUA01	288	246,7	41,3	3	82	13,77	86%
DICIEMBRE	MPCUA02	288	270,8	17,2	2	135	8,60	94%
DICIEMBRE	MPCUA03	288	252,1	35,9	3	84	11,97	88%
DICIEMBRE	MPCUA04	288	212,4	75,6	7	30	10,80	74%
DICIEMBRE	MPCUA05	288	253	35	4	63	8,75	88%
DICIEMBRE	MPCUA06	288	242,4	45,6	4	61	11,40	84%
DICIEMBRE	MPCUA07	288	239,8	48,2	2	120	24,10	83%
DICIEMBRE	MPCUA08	288	256,3	31,7	4	64	7,93	89%
DICIEMBRE	MPCUA09	288	269,3	18,7	3	90	6,23	94%

DICIEMBRE	MPCUA10	288	267	21	5	53	4,20	93%
							Disponibilidad	80%

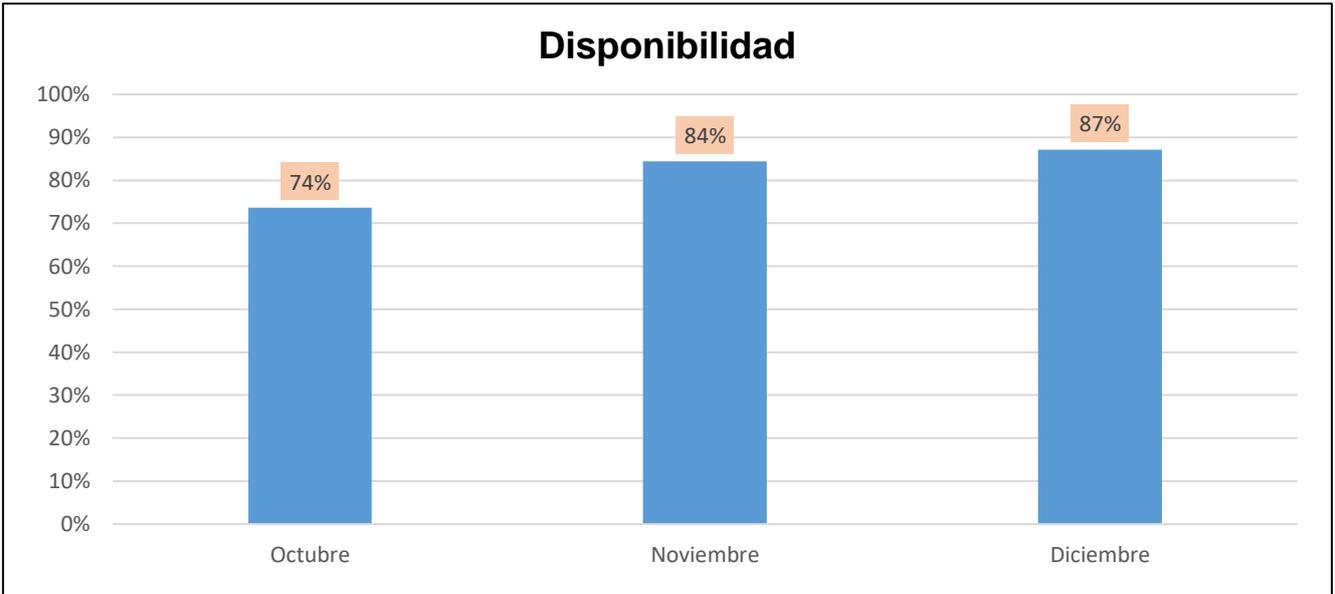
Interpretación: En la Tabla n°1 se observa la data de las unidades identificadas con su respectivo código y el tiempo disponible de operación, el tiempo de inactividad y el número de fallas respectivamente, con los datos históricos nos permite hallar la disponibilidad actual la cual será materia de evaluación que estará sujeta a cambios, adicional a ello también se encuentra el MTBF y MTTR actual antes de la mejora a presentar.

Tabla 2: Cálculo de disponibilidad – pre test.

Año	Cuatrimotos	MTBF (Fiabilidad)			MTTR (Mantenibilidad)			Disponibilidad		
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2022	MPCUA01	62	196	82	34,00	23,08	13,77	65%	89%	86%
2022	MPCUA02	68	215	271	28,40	18,38	17,20	70%	92%	94%
2022	MPCUA03	38	36	84	9,93	21,70	11,97	79%	62%	88%
2022	MPCUA04	23	84	212	12,75	11,73	75,60	65%	88%	74%
2022	MPCUA05	28	261	253	12,86	27,30	35,00	69%	91%	88%
2022	MPCUA06	78	249	61	17,87	39,20	11,40	81%	86%	84%
2022	MPCUA07	28	50	120	20,27	22,38	24,10	58%	69%	83%
2022	MPCUA08	86	236	256	10,33	52,00	31,70	89%	82%	89%
2022	MPCUA09	82	267	90	14,00	21,50	6,23	85%	93%	94%
2022	MPCUA10	43	89	53	14,52	7,27	4,20	75%	92%	93%
								74%	84%	87%

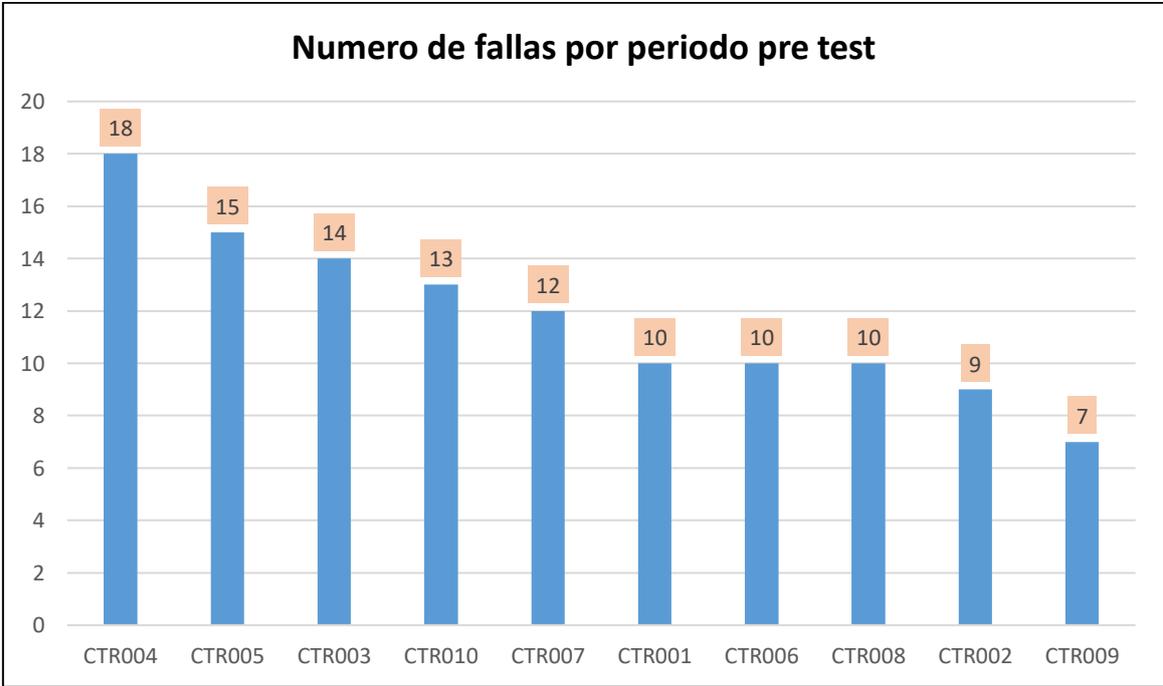
Interpretación: En el siguiente cuadro, se muestra la disponibilidad inicial medida y usada como pre - test para su Análisis en disponibilidad la flota vehicular, respecto al primer trimestre, en base a los datos históricos que sirven de base para el inicio de la investigación a realizar.

Figura 1: Indicador de Pre test.



Interpretación: En la figura n° 1 se muestra la disponibilidad por mes, la cual nos servirá como data para el pre test, ya que como primer dato tenemos una disponibilidad de un 74% en el mes de octubre, 84% en el mes de Noviembre y 87% en el mes de Diciembre del año 2022.

Figura 2: Indicador de Fallas Pre test



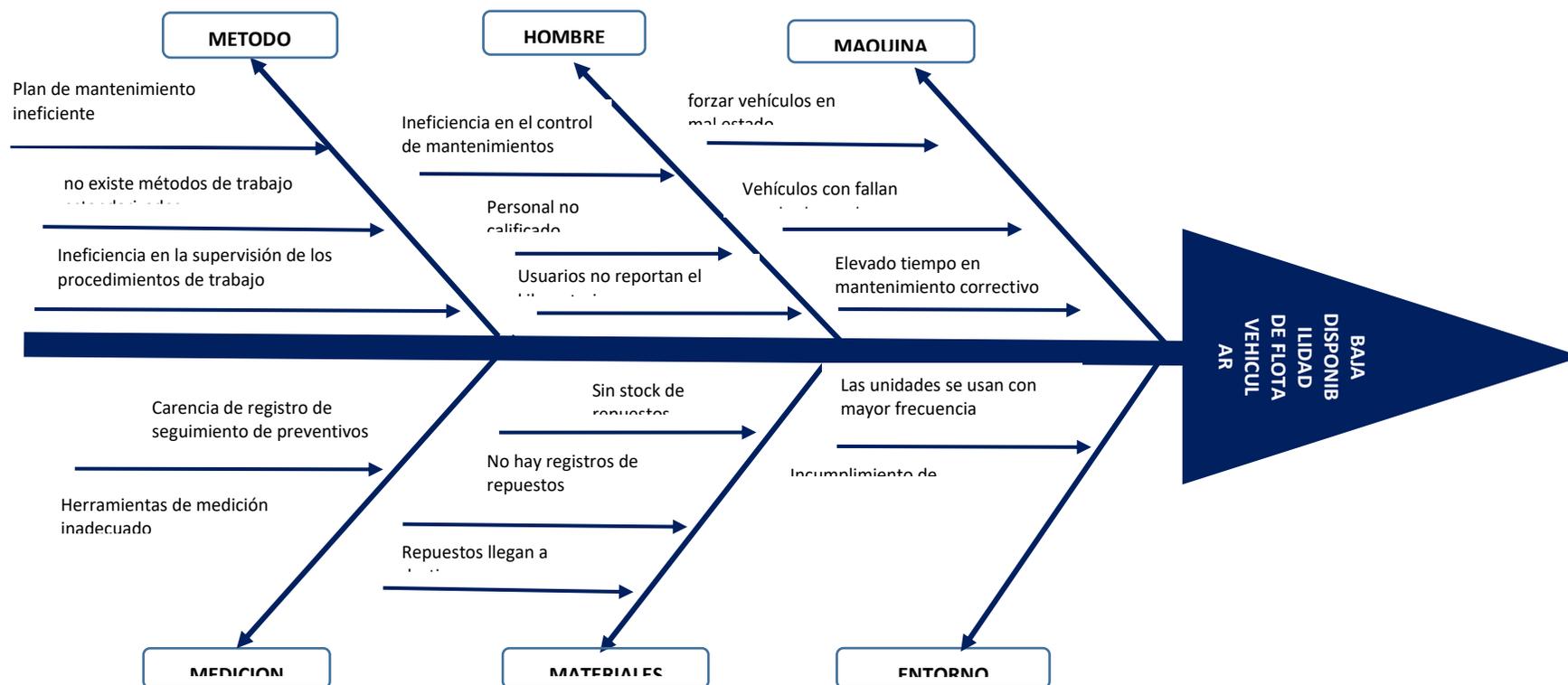
Interpretación: Según lo revisado en cuanto al diagnóstico actual de en la empresa estudiada tiene un nivel bajo de disponibilidad la cual presenta un

indicador del 80% realizo el diagnóstico en la cual visualizamos como se encontraba antes del planteamiento de mejora además que la disponibilidad más corresponde al mes octubre 2022 con un 74%, y la mayor cantidad de paradas reportadas se dan en el cuatrimoto MPCUA04 con 18 paradas registradas en este periodo.

Objetivo específico 2: Evaluar los aspectos críticos del mantenimiento de la flota vehicular en la empresa Chao, 2022.

Se realizó un diagrama de Ishikawa el cual nos va a permitir identificar las causas de la baja disponibilidad.

Figura 3: Diagrama de Ishikawa



Interpretación: En el análisis de causas (Ishikawa), como se observa en la fig. 3, se puede identificar 16 causas principales, las cuales serán analizadas y mejorarán la toma de decisiones para el aumento de la disponibilidad en la flota vehicular.

Posterior a ello realizamos la evaluación en la matriz Vester en la cual se muestra los siguientes resultados:

Tabla 3: Diagrama Vester Pre test

	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	influencia/Activo
C1	Plan de mantenimiento ineficiente	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42
C2	Ineficiencia en el control de mantenimientos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	42
C3	No hay registros de repuestos	3	3	3	3	1	0	2	0	3	2	2	1	3	1	1	2	27
C4	Ineficiencia en la supervisión de los procedimientos de trabajo	3	3	1	3	1	1	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	36
C5	Herramientas de medición inadecuados	3	3	1	2	3	1	3	2	3	3	2	1	3	2	2	2	33
C6	Las unidades se usan con mayor frecuencia	2	2	0	1	1	3	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0	13
C7	No existe métodos de trabajo estandarizados	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	41
C8	Usuarios no reportan el kilometraje	3	3	0	1	0	1	2	3	2	2	1	3	1	0	3	3	25
C9	Sin stock de repuestos	3	2	2	1	0	0	2	0	3	2	3	3	3	3	3	3	30
C10	Carencia de registros de seguimientos de preventivos	3	3	3	2	1	1	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	37
C11	Personal no calificado	3	2	3	3	2	0	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	41
C12	Vehículos con fallas constantes	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	3	3	1	3	2	3	37
C13	Repuestos llegan a destiempo	3	2	2	3	1	0	2	1	3	2	2	1	3	3	3	3	31
C14	Incumplimiento de atención al cliente	3	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6
C15	Elevado tiempo en el mantenimiento	3	3	3	0	0	0	0	3	3	3	0	3	2	3	3	3	29

C16	Forzar vehículos en mal estado	3	3	0	0	0	0	1	1	1	0	1	3	1	3	3		20
	dependencia/pasivo	44	39	27	28	18	13	32	28	35	31	27	35	30	34	33	36	

no tiene relación	0
baja influencia	1
mediana influencia	2
alta influencia	3

Figura 4: Gráfico Matriz Vester

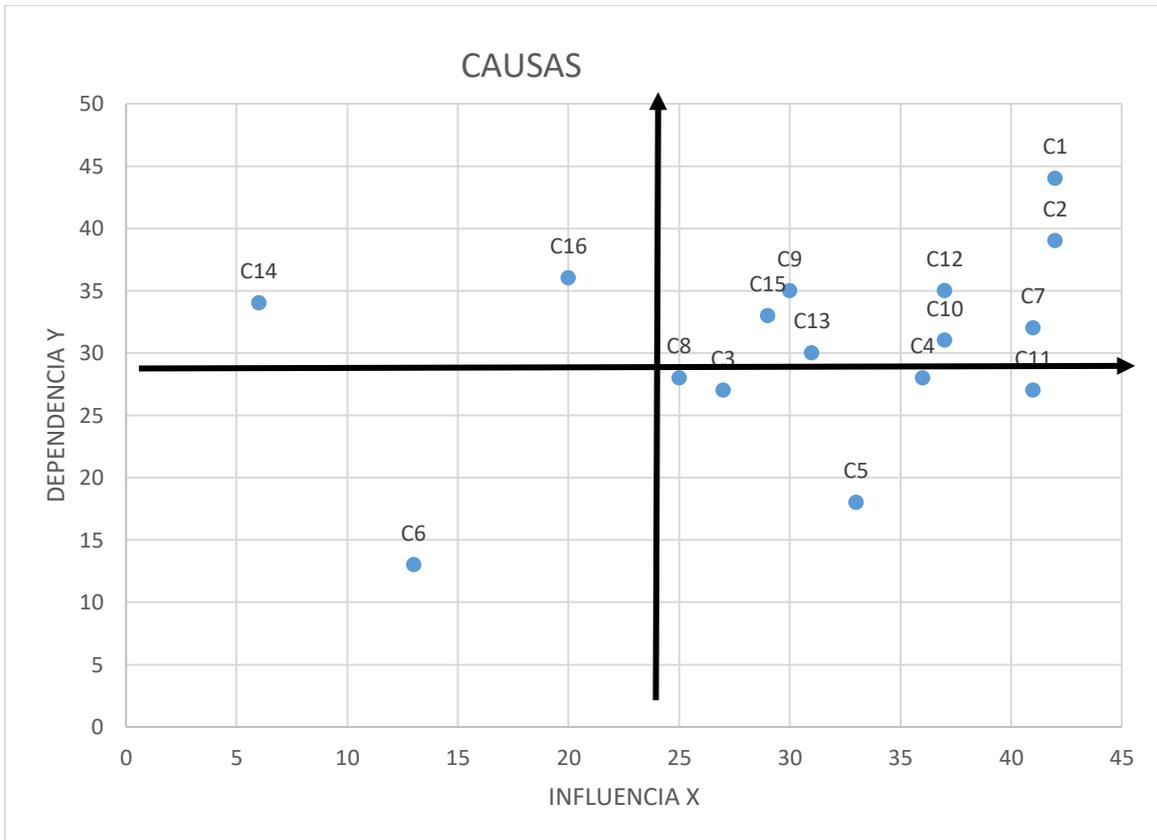


Tabla 4 Causas Críticas

CAUSAS CRITICAS	
C1	plan de mantenimiento ineficiente
C2	ineficiencia en el control de mantenimientos
C7	no existe métodos de trabajo estandarizados
C9	sin stock de repuestos
C10	carencia de registros de seguimientos de preventivos
C12	vehículos con fallas constantes
C13	repuestos llegan a destiempo
C15	elevado tiempo en el mantenimiento

Tabla 5 Causas Activas

	CAUSAS ACTIVAS
C3	no hay registros de repuestos
C4	ineficiencia en la supervisión de los procedimientos de trabajo
C5	herramientas de medición inadecuados
C8	usuarios no reportan el kilometraje
C11	personal no calificado

Tabla 6 Causas Pasivas

	CAUSAS PASIVAS
C14	incumplimiento de atención al cliente
C16	forzar vehículos en mal estado

Tabla 7 Causas Indiferentes

	CAUSAS INDIFERENTES
C6	las unidades se usan con mayor frecuencia

Interpretación: Después de analizar la matriz Vester, tenemos como resultados 05 causas activas, 02 causas pasivas y 01 causa indiferente y 08 causas críticas, de las cuales se realizará acciones correctivas las cuales nos servirá de data las causas criticas para las acciones correctivas a realizar.

Objetivo específico 3: Diseñar e implementar un plan de mejora de mantenimiento preventivo de la flota vehicular en la empresa Chao,2022.

Analizando la información:

Elaboramos un cuadro resumen en la cual listamos planes de acción para las causas Criticas identificadas para facilitar la priorización y ejecución de cada plan accionado mencionado, adjuntando evidencias como registro, fotografías, y software de control.

Tabla 8: Planes de acción a realizar

	CAUSAS	ACCIONES PARA REALIZAR
C9	sin stock de repuestos	Acción 1: Diseñar hojas de ruta e ingresar repuestos en sistema SAP
C13	repuestos llegan a destiempo	
C1	plan de mantenimiento ineficiente	Acción 2: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo
C10	carencia de registros de seguimientos de preventivos	Acción 3: Diseñar un check List para el registro y cargar al sistema SAP
C7	no existe métodos de trabajo estandarizados	Acción 4: Implementar plan de mantenimiento preventivo en sistema SAP
C2	ineficiencia en el control de mantenimientos	
C15	elevado tiempo en el mantenimiento	
C12	vehículos con fallas constantes	Acción 5: Realizar el seguimiento con el sistema SAP

Interpretación: En la tabla 8 se muestra las causas críticas y las acciones a realizar por cada una de ellas que en este caso son 05 acciones las cuales se irán detallando como parte del diseño e implementación de estas en la cual 03 de ellas son fundamentales para iniciar con el planteamiento con la información obtenida del historial de la flota vehicular, posterior a ello se procederá a la implementación.

Diseño: Diseñar hojas de ruta e ingresar repuestos en sistema SAP

Acción 1: Se trabajo las hojas de ruta para ingresar al sistema en la cual identificamos los equipos que tenemos para poder realizar la carga en SAP asignando una codificación para cada vehículo en la cual contamos con 10 unidades e ingresando los materiales a usar para cada mantenimiento según frecuencia las cuales responde a las causas C9 y C13.

Tabla 9: Identificación de equipos

CORRELATIVO	EQUIPO	DENOMINACION
1	MPCUA01	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA01
2	MPCUA 02	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA02
3	MPCUA03	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA03
4	MPCUA04	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA04
5	MPCUA05	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA05
6	MPCUA06	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA06
7	MPCUA07	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA07
8	MPCUA08	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA08
9	MPCUA09	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA09
10	MPCUA10	SERV PREV CUATRIMOTO MPCUA10

Acción 2: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo

Se realizó el diseño del plan de mantenimiento preventivo para los kilometrajes siguientes: 1000 km,5000 km,10000 km,30000 km y 50000 km; contemplando también las actividades que se realiza en cada tipo de mantenimiento.

Tabla 10: Plan de mantenimiento preventivo y repuestos

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	SEGÚN HODÓMETRO					MATERIALES E INSUMOS POR CADA MANTENIMIENTO			MATERIAL	COSTO POR CADA MANTENIMIENTO		RESPONSABLE
	1000 KM	5000 KM	10000 KM	30000 KM	50000 KM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	U.M		MANO DE OBRA	PRESUPESTO	
CAMBIO DE ACEITE	X	X	X	X	X	3	ACEITE HONDA 20 W-50	1/4 GAL	S/ 91,50	S/ 11,67	S/ 103,17	PLANIFICADOR
CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE	X	X	X	X	X	1	FILTRO DE ACEITE	UN	S/ 67,00	S/ 11,67	S/ 78,67	PLANIFICADOR
REVISIÓN DE LUCES EN GENERAL	X	X	X	X	X					S/ 11,67	S/ 11,67	PLANIFICADOR
REVISIÓN DE FUGAS DE ACEITE	X	X	X	X	X					S/ 11,66	S/ 11,66	PLANIFICADOR
REVISIÓN DE SISTEMA DE SUSPENSIÓN	X	X	X	X	X					S/ 11,67	S/ 11,67	PLANIFICADOR
CAMBIO DE LÍQUIDO REFRIGERANTE	X	X	X	X	X	1	LIQUIDO DE FRENO	UN	S/ 9,00	S/ 11,66	S/ 20,66	PLANIFICADOR
CAMBIO DE FILTRO DE AIRE		X	X	X	X	1	FILTRO DE AIRE	UN	S/ 108,00	S/ 40,00	S/ 148,00	PLANIFICADOR
CAMBIO DE BUJÍA			X	X	X	1	BUJIA	UN	S/ 65,00	S/ 22,50	S/ 87,50	PLANIFICADOR
MANTENIMIENTO DE CUERPO DE ACELERACIÓN			X	X	X					S/ 22,50	S/ 22,50	PLANIFICADOR
CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS			X	X	X					S/ 22,50	S/ 22,50	PLANIFICADOR
MANTENIMIENTO A SISTEMA ELÉCTRICO			X	X	X					S/ 22,50	S/ 22,50	PLANIFICADOR
CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN				X	X	1	ACEITE DE TRANSMISIÓN	1/4 GAL	S/ 30,00	S/ 15,00	S/ 45,00	PLANIFICADOR
MANTENIMIENTO DE PALIER				X	X					S/ 35,00	S/ 35,00	PLANIFICADOR
LIM, AJU, CAL O REEM NEUMATICOS Y RUEDAS					X	4	CAMBIO DE LLANTAS	UN	S/ 1.837,02	S/ -	S/ 1.837,02	PLANIFICADOR
MANTENIMIENTO DE FRENOS					X					S/ 30,00	S/ 30,00	PLANIFICADOR
MANTENIMIENTO DE MOTOR DE ARRANQUE					X					S/ 40,00	S/ 40,00	PLANIFICADOR
MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE INYECCIÓN					X					S/ 30,00	S/ 30,00	PLANIFICADOR
TOTAL, DE MANTENIMETO SEGÚN KM	S/ 237,50	S/ 385,50	S/ 540,50	S/ 620,50	S/ 2.557,52							

Acción 3: Diseñar un check List para el registro y cargar al sistema SAP

Se realizó el diseño de un check list para verificar y confirmar los mantenimientos preventivos de las unidades la cual responde a la causa 10.

Figura 5: Check List de Vehículos

FORMATO					
CHECK LIST DE CUATRIMOTOS					
CONDUCTOR:		FECHA:			
ÁREA:		HORA:			
DATOS TÉCNICOS					
MARCA		MODELO			
CUATRIMOTOR N°		ULTIMO MANTENIMIENTO			
KILOMETRAJE		PROXIMO MANTENIMIENTO			
NIVEL COMBUSTIBLE		ULTIMA INSPECCION			
LEYENDA:	COLOCAR	✓	EN CASO SE CUMPLA CUALQUIERA DE LOS TRES CASOS		
CHECK LIST					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORME	NO CONFORME	NO APLICA	OBSERVACIONES
1	Verificación de Luces altas				
2	Verificación de Luces bajas				
3	Verificación de Luces de Freno				
4	Verificación de Luces de Retroceso				
5	Verificación de Luces Intermitentes				
6	Verificación del juego libre del acelerador				
7	Verificación de Nivel de Aceite de motor				
8	Verificación de Estado de Neumáticos / presión				
9	Verificación de Frenos				
10	Verificación de Líquido de Frenos				
11	Verificación de Freno de Mano				
12	Verificación de Ruidos Anormales				
13	Verificación de Tubo de Escape				
14	Verificación de Carcasa en General				
15	Verificación de Amortiguador Delantera				
16	Verificación de Amortiguador Trasera				
17	Verificación de Mangueras				
18	Verificación de Refrigerante en Radiador				
19	Verificación de Bocina				
20	Verificación de Asientos				

21	Verificación de Cajas de Herramientas				
22	Verificación de Cables sueltos o rotos				
23	Verificación parte inferior del cuatrimoto (Compruebe si no hay suciedad, plantas u otros residuos)				
24	Limpieza General de la cuatrimoto				

OBSERVACIONES ADICIONALES

CONDUCTOR RESPONSABLE

V°B° DE ÁREA DE MANTENIMIENTO

Implementación:

Acción 4: Implementar el plan de mantenimiento preventivo en sistema SAP

Se realizó la solicitud de instalación de software SAP ERP Modulo PM y la habilitación de las transacciones para poder realizar la implementación para luego proceder a la carga del plan al Software SAP, a través de la transacción IP01 como se muestra en la figura 6 donde se empezará a generar ordenes de trabajo para los equipos con frecuencias definidas para cada mantenimiento según kilometraje recorrido.

Las transacciones para utilizar son:

- IL01-IL02: Creación y/o modificación Ubicación técnica
- IE01-IE02: Creación y/o modificación Equipos
- IK01-IK02: Creación y/o modificación puntos de medida (Kilometrajes)
- IK11-IK12: Creación y/o modificación ingresos puntos de medida(kilometrajes)
- IA05: Creación de Hojas de ruta de mantenimiento
- IP01-IP02: Creación y/o modificación planes de mantenimiento
- IP10: Activar planes de mantenimiento
- IW38: Creación y/o modificación ordenes de mantenimiento

Figura 6: Creación de planes en sistema SAP

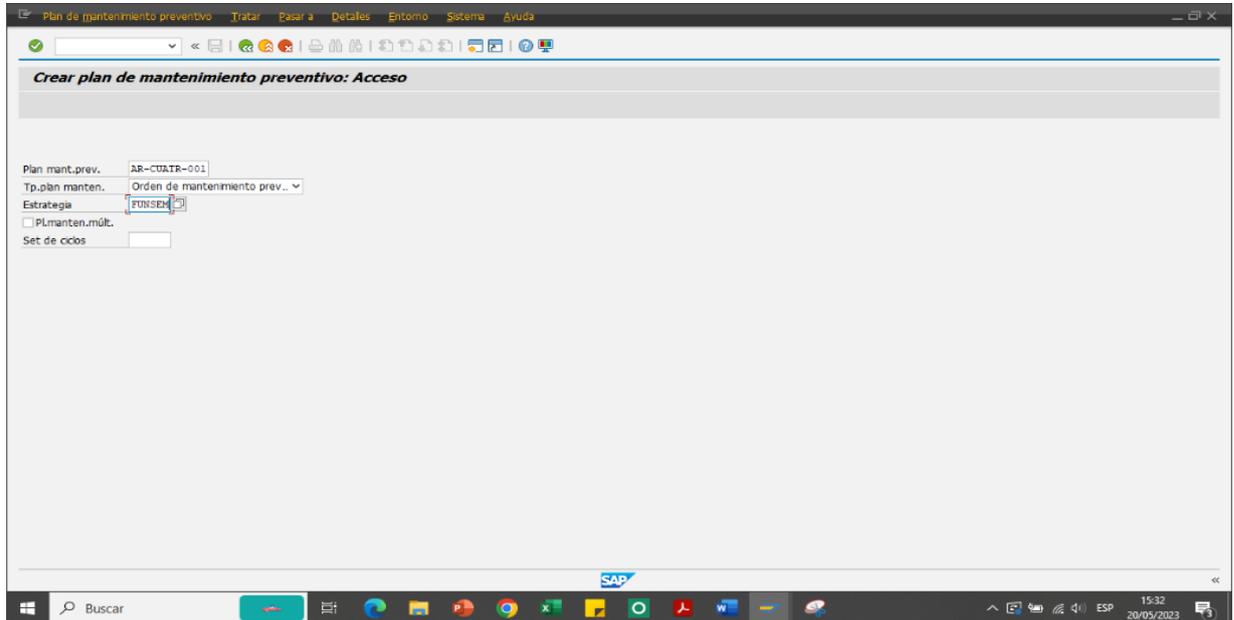


Figura 7: Planes en sistema SAP

S...	Pl.MantPriv	Txt plan mantenim.	Status sistema	Estr.	SujACo...	ITm Unidad	Hor	Tol.(-)	Tol.(... GrAu	Creado por	Tp.pl.n
	BB-CUAT-0001	PREV CUATRIMOTO MPCUA002	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0002	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0003	PREV CUATRIMOTO MPCUA005	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0004	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0005	PREV CUATRIMOTO MPCUA007	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0006	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0007	PREV CUATRIMOTO MPCUA009	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM
	BB-CUAT-0008	PREV CUATRIMOTO MPCUA010	PTBO NOAC	FUNKM	X	365 DÍA	100	10	10	PLANBLUE	PM

Figura 8: Planes en sistema SAP

Ce.	Plan mant.prev.	Txt plan mantenim.	Descripción posición de mantenimiento	NºOrdEntre	FechaPrev.	PaquetesV	StatOrdEntrega	Po:
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	8	15.03.2023	M1	Programado,Inactivo (Orden de mantenimiento p	
1202	BB-CUAT-0011	PREV CUATRIMOTO MPCUA002	PREV CUATRIMOTO MPCUA002	2	24.03.2023	M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0018	PREV CUATRIMOTO MPCUA010	PREV CUATRIMOTO MPCUA010	4		M1	Programado,concluido (Orden de mantenimiento	
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	9	30.03.2023	M1	Programado,Inactivo (Orden de mantenimiento p	
1202	BB-CUAT-0014	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	5	05.04.2023	M2	Programado,concluido (Orden de mantenimiento	
1202	BB-CUAT-0013	PREV CUATRIMOTO MPCUA005	PREV CUATRIMOTO MPCUA005	5	13.04.2023	M2	Programado,concluido (Orden de mantenimiento	
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	10	14.04.2023	M3	Programado,Inactivo (Orden de mantenimiento p	
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	11	30.04.2023	M1	Programado,concluido (Orden de mantenimiento	
1202	BB-CUAT-0012	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	7	05.05.2023	M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0014	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	6		M1	Programado,concluido (Orden de mantenimiento	
1202	BB-CUAT-0018	PREV CUATRIMOTO MPCUA010	PREV CUATRIMOTO MPCUA010	5	07.05.2023	M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0015	PREV CUATRIMOTO MPCUA007	PREV CUATRIMOTO MPCUA007	6	13.05.2023	M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	12	15.05.2023	M1	Programado,Inactivo (Orden de mantenimiento p	
1202	BB-CUAT-0017	PREV CUATRIMOTO MPCUA009	PREV CUATRIMOTO MPCUA009	5		M2	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0013	PREV CUATRIMOTO MPCUA005	PREV CUATRIMOTO MPCUA005	6	22.05.2023	M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0011	PREV CUATRIMOTO MPCUA002	PREV CUATRIMOTO MPCUA002	3	25.05.2023	M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	13	30.05.2023	M1	Programado,Inactivo (Orden de mantenimiento p	
1202	BB-CUAT-0012	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	8	31.05.2023	M1	Programado,espera (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0012	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	9		M1	Programado,espera (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0014	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	PREV CUATRIMOTO MPCUA006	7		M1	Programado,tomado (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0012	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	10	10.06.2023	M3	Programado,espera (Orden de mantenimiento pre	
1202	BB-CUAT-0016	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	PREV CUATRIMOTO MPCUA008	14	14.06.2023	M1	Programado,Inactivo (Orden de mantenimiento p	
1202	BB-CUAT-0012	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	PREV CUATRIMOTO MPCUA004	11	25.06.2023	M1	Programado,espera (Orden de mantenimiento pre	

Se detalla a continuación los planes cargados según las actividades por código de vehículos según se detalla en la figura n°8, figura n° 9 y figura n°10. Facilitando la administración en cuanto a la ejecución por tipos de actividad, para una mejor gestión de mantenimientos de los cuatrимotos.

Acción 5: Realizar el seguimiento con el sistema SAP

Finalmente visualizamos en la transaccion IW38 ya las ordenes de mantenimientos en la cual corresponde y esto nos estaria dando la alerta de en que fecha correposnde el proximo mantenimiento lo cual ya ingresamos a gestionar con el proveedor el ingreso para su respectivo mantenimiento.

Figura 9: Visualización Solped

Modificar órdenes PM: Lista de órdenes PM

Nº objeto	Orden	Cl.orden	Inic.extr.	Texto breve	Soc.	Ce.	Status del sistema	CeCo resp.	Centro coste	Denominación de objeto técnico
OR00010008766	100087766	OMC3	05.01.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA09 (18505 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR00010008769	100087769	OMC3		PREV CUATRIMOTO MPCUA08 (45040 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR00010008770	100087770	OMC3		PREV CUATRIMOTO MPCUA06 (40850 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR00010008773	100087773	OMC3	14.01.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA08	1100	1102	LIB. KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR00010009039	10009039	OMC3	06.02.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA03 (23,046 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011240005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR00010008814	10008814	OMC3	16.02.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA07 (63,389 KM)	1100	1102	CTEC DMNV JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011240005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR00010009098	10009098	OMC3	20.02.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA07 (65,320 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011240005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100087624	100087624	OMC3	22.02.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA10 (30,875 KM)	1100	1102	CTEC DMNV JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011240005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100091150	100091150	OMC3	24.02.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA01 (69237 KM)	1100	1102	LIB. KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100092022	100092022	OMC3	01.03.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA07 (66,797 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011240005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100091896	100091896	OMC3	03.03.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA06 (41813 km)	1100	1102	LIB. KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100092023	100092023	OMC3	11.03.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA10 (32,126 KM)	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011240005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100092355	100092355	OMC3	12.03.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA09	1100	1102	CTEC JBFI KKMP MOVN NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100092353	100092353	OMC3	18.03.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA06	1100	1102	LIB. KKMP NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420
OR000100092354	100092354	OMC3	25.03.2023	PREV CUATRIMOTO MPCUA08	1100	1102	LIB. KKMP NLIQ PREC	1011100007	1011140005	CUATRIMOTO HONDA TRX420

Se logro implementar en el sistema SAP de manera satisfactoria en de los vehículos indicados en la muestra, utilizando las transacciones adecuadas para poder llevar a cabo la mejora. Con la finalidad de realizar un mantenimiento mucho más eficiente en cuanto a registros, seguimiento, costos, planeación y ejecución.

Objetivo específico 4: Determinar como el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chao, 2022.

Tabla 11: Cálculo de disponibilidad – post test

Mes	Unidad	Tiempo disponible (Hrs)	Tiempo total operaciones (Hrs)	Tiempo de inactividad (Hrs)	Numero de fallas (Q)	MTBF Fiabilidad (Hrs)	MTTR Mantenibilidad (Hrs)	Disponibilidad (%)
MARZO	MPCUA01	288	276	12	2	138	6.00	96%
MARZO	MPCUA02	288	283	5	1	283	5.00	98%
MARZO	MPCUA03	288	281	7	1	281	7.00	98%
MARZO	MPCUA04	288	285	3	1	285	3.00	99%
MARZO	MPCUA05	288	288	0	0	288	0.00	100%
MARZO	MPCUA06	288	286	2	1	286	2.00	99%
MARZO	MPCUA07	288	270	18	2	135	9.00	94%
MARZO	MPCUA08	288	275	13	3	92	4.33	95%
MARZO	MPCUA09	288	284	4	2	142	2.00	99%
MARZO	MPCUA10	288	278	10	3	93	3.33	97%
ABRIL	MPCUA01	288	278	10	2	139	5.00	97%
ABRIL	MPCUA02	288	283	5	2	142	2.50	98%
ABRIL	MPCUA03	288	288	0	0	288	0.00	100%
ABRIL	MPCUA04	288	286	2	1	286	2.00	99%
ABRIL	MPCUA05	288	282	6	2	141	3.00	98%
ABRIL	MPCUA06	288	286	2	1	286	2.00	99%
ABRIL	MPCUA07	288	282	6	2	141	3.00	98%
ABRIL	MPCUA08	288	284	4	1	284	4.00	99%
ABRIL	MPCUA09	288	286	2	2	143	1.00	99%
ABRIL	MPCUA10	288	286	2	1	286	2.00	99%

MAYO	MPCUA01	288	286.5	1.5	1	287	1.50	99%
MAYO	MPCUA02	288	287	1	1	287	1.00	100%
MAYO	MPCUA03	288	288	0	0	288	0.00	100%
MAYO	MPCUA04	288	286	2	1	286	2.00	99%
MAYO	MPCUA05	288	283.5	4.5	2	142	2.25	98%
MAYO	MPCUA06	288	283	5	1	283	5.00	98%
MAYO	MPCUA07	288	286	2	1	286	2.00	99%
MAYO	MPCUA08	288	288	0	0	288	0.00	100%
MAYO	MPCUA09	288	286	2	2	143	1.00	99%
MAYO	MPCUA10	288	286	2	1	286	2.00	99%

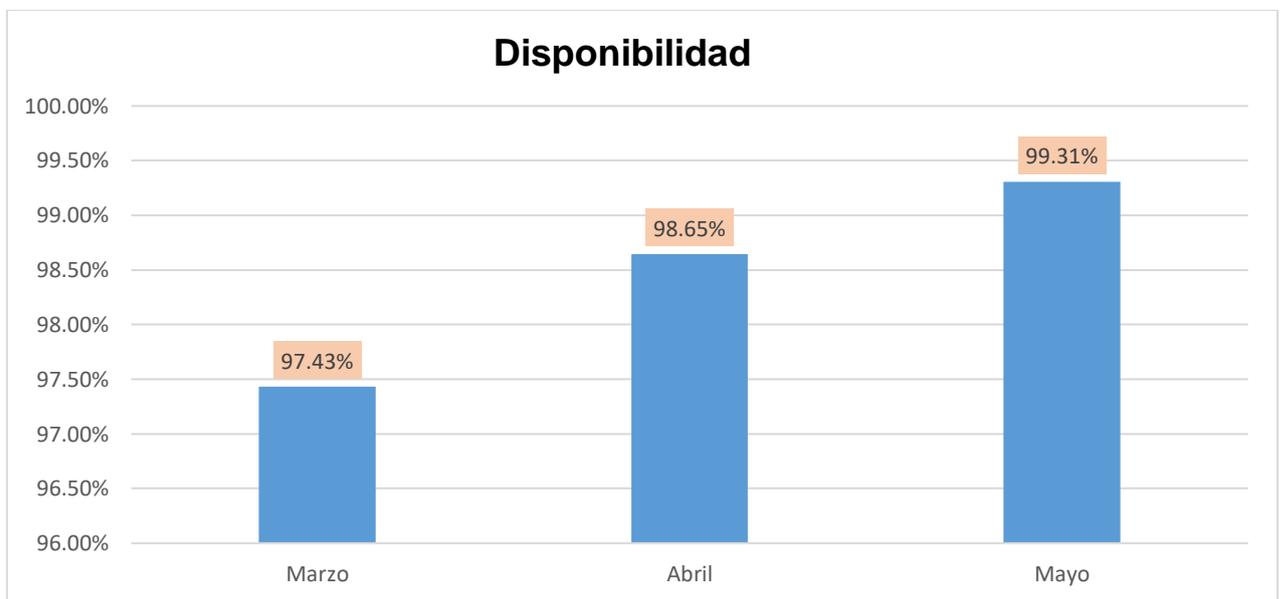
Disponibilidad **98.5%**

Interpretación: Como parte del diseño post-experimental, se muestra una mejora en los indicadores de disponibilidad, los cuales en el tiempo pueden llegar a ser estables y confiables con el proceso, Como se observa en la tabla n°6, el comparativo tomada son de los meses Marzo, abril y mayo con una disponibilidad aumentado una disponibilidad de un 80.4% a un 98.5%.

Año	Cuatrimotos	MTBF (Fiabilidad)			MTTR (Mantenibilidad)			Disponibilidad		
		Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo
2023	MPCUA01	138	139	287	6.00	5.00	1.50	95.83%	96.53%	99.48%
2023	MPCUA02	283	142	287	5.00	2.50	1.00	98.26%	98.26%	99.65%
2023	MPCUA03	281	288	288	7.00	0.00	0.00	97.57%	100.00%	100.00%
2023	MPCUA04	285	286	286	3.00	2.00	2.00	98.96%	99.31%	99.31%
2023	MPCUA05	288	141	142	0.00	3.00	2.25	100.00%	97.92%	98.44%
2023	MPCUA06	286	286	283	2.00	2.00	5.00	99.31%	99.31%	98.26%
2023	MPCUA07	135	141	286	9.00	3.00	2.00	93.75%	97.92%	99.31%
2023	MPCUA08	92	284	288	4.33	4.00	0.00	95.49%	98.61%	100.00%
2023	MPCUA09	142	143	143	2.00	1.00	1.00	98.61%	99.31%	99.31%
2023	MPCUA10	93	286	286	3.33	2.00	2.00	96.53%	99.31%	99.31%
								97.43%	98.65%	99.31%

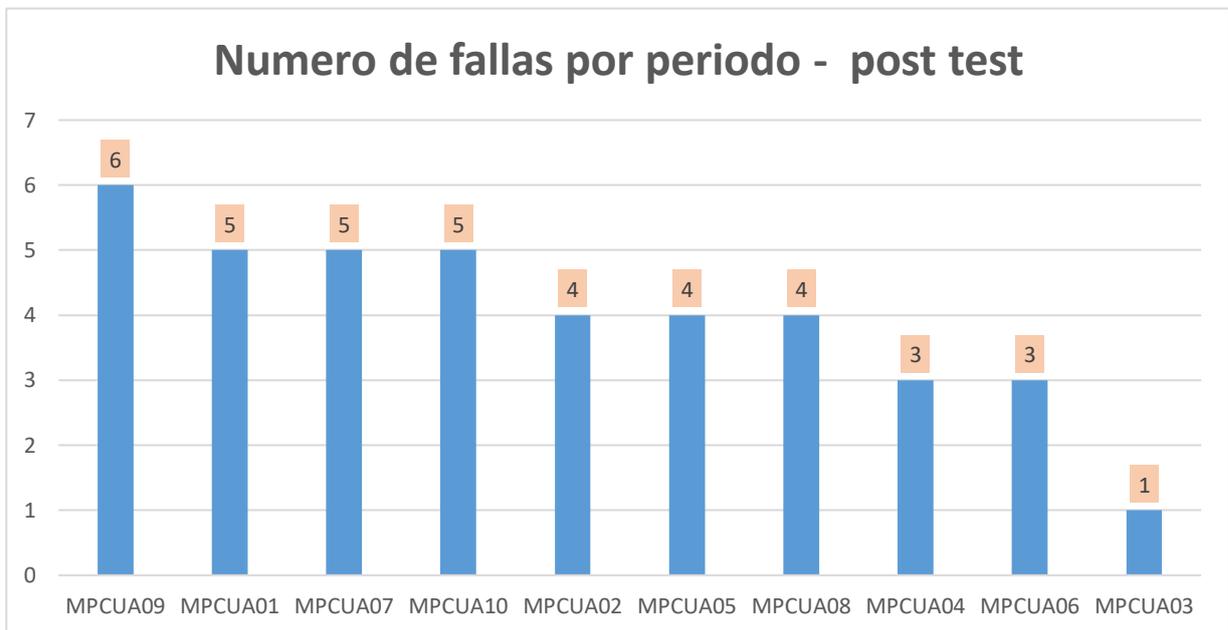
Tabla 12: Cálculo de disponibilidad – Post – tes cuadro

Figura 10: Indicador de Post test.



Interpretación: cómo podemos apreciar en la tabla n°7 el MTBF aumentó significativamente en promedio 224 Horas y el MTTR disminuyó en promedio 2.76 horas y la disponibilidad aumento en promedio a 98.46%, tales como se muestra en la figura n°14 la variación de la disponibilidad por mes de marzo, abril y Mayo siendo los meses de mayor disponibilidad abril y mayo con un 98.65% y 99.31% respectivamente.

Figura 11: Fallas por periodo Post test.



Interpretación: En cuanto a la cantidad de numero de fallas por cuatrimoto también se aprecia una variación significativa en cuanto a disminución ya que al inicio tuvimos una cantidad de 80 fallas totales y actualmente tenemos 50 fallas.

El enfoque fue planificar un buen mantenimiento anticipado de las cuatrimotos de la empresa permitiendo optimizar el recurso de las unidades, inmediatamente el comprobar el periodo y las constantes del cumplimiento de mantenimientos anticipados conllevan que no se presente las incidencias que no son establecidas, en la cual podemos afirmar que ha mejorado notoriamente la disponibilidad de la flota vehicular y con ello una planificación adecuada para la intervención de los

mantenimientos preventivos en los kilometrajes adecuados obteniendo así una

TIPO VEHICULO	EQUIPO	COSTO 2022	KM			
			OCTUBRE	DICIEMBRE	TOTAL, KM	COSTO /KM
CUATRIMOTO	MPCUA01	\$175	60554	67298	6744	0.03
CUATRIMOTO	MPCUA02	\$426	83038	86210	3172	0.13
CUATRIMOTO	MPCUA03	\$172	15028	16422	1394	0.12
CUATRIMOTO	MPCUA04	\$132	40795	44754	3959	0.03
CUATRIMOTO	MPCUA05	\$253	53554	55311	1757	0.14
CUATRIMOTO	MPCUA06	\$168	37010	40452	3442	0.05
CUATRIMOTO	MPCUA07	\$352	40623	48194	7571	0.05
CUATRIMOTO	MPCUA08	\$105	12622	18325	5703	0.02
CUATRIMOTO	MPCUA09	\$86	11570	18105	6535	0.01
CUATRIMOTO	MPCUA10	\$708	22376	24277	1901	0.37

disponibilidad general de 98.5% esto es un indicador que esta práctica verdaderamente mejora la disponibilidad de las cuatrimotos y por ende su tiempo origina un muy buen beneficio a la empresa de Chao.

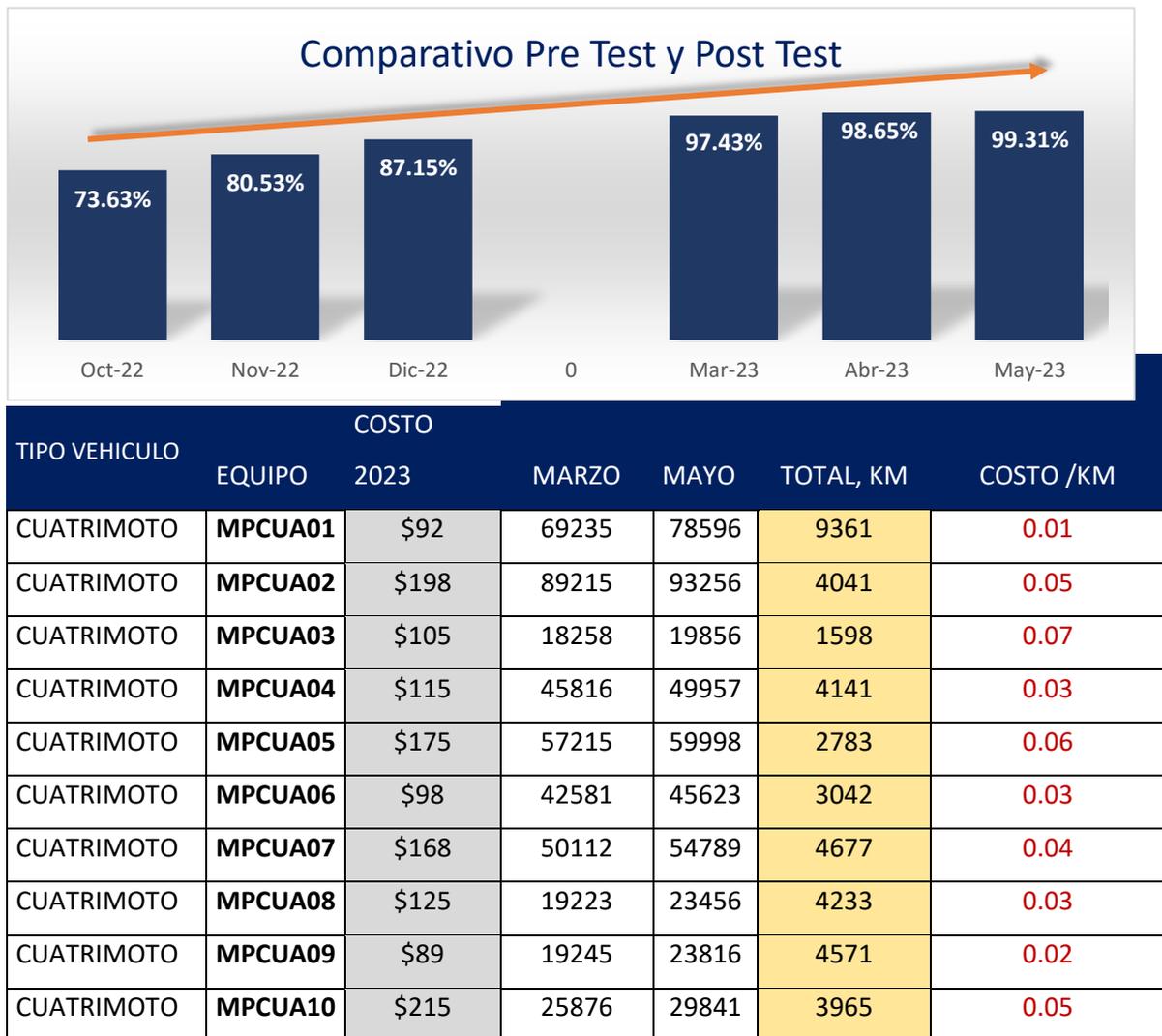
Objetivo específico 5: Analizar los costos incurridos en la implementación de las mejoras en la empresa Chao, 2023

Tabla 13 Costos de pre test

Tabla 14 costos de post test

Interpretación: cómo se puede visualizar en la tabla n°13 se muestra los costos antes de trabajar con un mantenimiento preventivo con el sistema SAP, la cual tiene un monto de \$2,577 dólares en los meses desde octubre a diciembre del 2022. Por otro lado, en tabla n° 14 se muestra los costos actuales con la aplicación del software por un monto de \$1380 dólares en los meses de marzo a abril lo cual es visibles también en los costos por kilómetro recorrido.

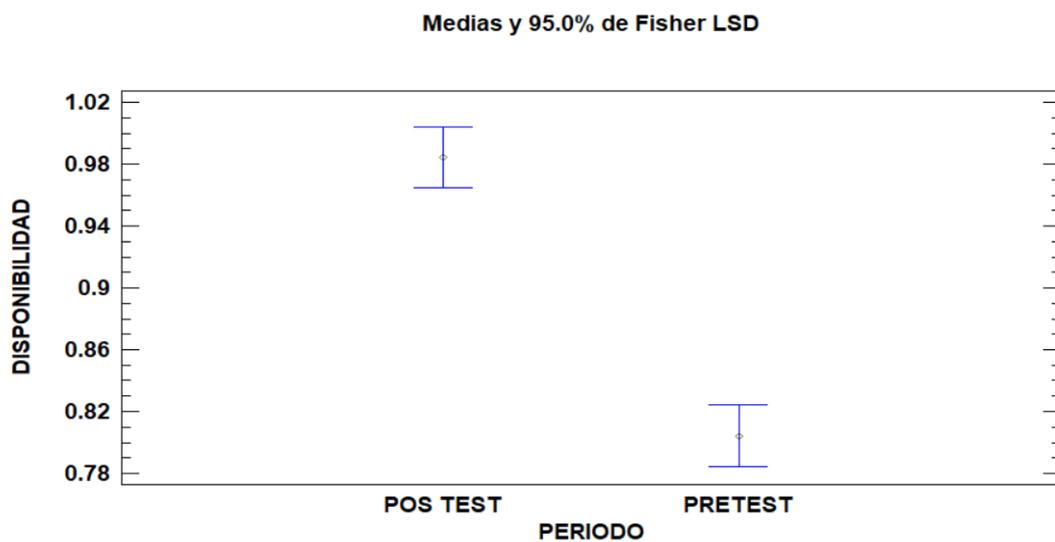
Figura 12: Comparativo Pre Test y Post Test.



Análisis Estadístico

Tenemos como resultado del análisis estadístico de ANOVA, el aumento de un 25.68 %de disponibilidad en la comparación del Pre Test con el Post Test, según se muestra en la figura 12, llegando alcanzar un 99.31%; este incremento es muy significativo para las empresas ya que garantiza la operatividad de los equipos.

Figura 13: Resultado de Disponibilidad Total ANOVA.



V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se aplicó el estudio que trata sobre el aumento de la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa de Chao, en la cual se ejecutó y cumplió con los objetivos planteados en nuestro proyecto de tal forma que fueron realizados mediante la utilización de un correcto objetivo en donde realizamos un monitoreo diario, semanal y mensual, también se trabajó con información relevante para poder tomar datos confiables para el estudio realizado, por consiguiente se minimizó el tiempo de reparaciones y como consecuente se logró un cambio favorable en la disponibilidad de cada uno de las cuatrimotos de la empresa destacando el plan de mejora planteado.

En primera instancia se planteó diagnosticar la disponibilidad Inicial de la flota vehicular conformado por 10 cuatrimotos. Salazar, (2019) la disponibilidad es la capacidad de un sistema o equipo de estar preparado para funcionar durante un periodo específico, bajo condiciones y rendimiento predefinidos, también ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros, (2018) indica que la variable en mención se mide dividiendo el MTBF entre la suma del MTBF y el MTTR para luego multiplicarlo por 100. En la presente investigación en donde utilizamos el Análisis documental y fichas registros, técnica de recolección de datos, los cuales nos permitió identificar la disponibilidad de cada uno de los equipos así como también el número de fallas, el tiempo de operación y tiempo de averías con lo cual logramos poder calcular el MTBF, el MTTR y la disponibilidad, en el primer trimestre a la cual se denomina Pre test, en donde tuvimos como resultado de un 80% de disponibilidad, MTBF 72 Horas y MTTR 14.86 horas. En el estudio realizado por Álvarez & Mejía,(2022), se encontró similitud pues también emplearon la técnica de recolección de datos y revisión documental que les permitió hallar datos para poder hallar su MTBF inicial que fue 27.88 horas, su MTTR inicial que fue 2.65 horas y una disponibilidad inicial de 90.48%. Asimismo, se determinó el número de veces que un camión puede estar inoperativo sin afectar significativamente a la empresa. También se encontró similitud en la investigación de Salazar (2019), pues también utilizo análisis documental y fichas registro para hallar su MTTR inicial, MTBF inicial y su disponibilidad inicial, a diferencia de nuestra investigación que tomamos un periodo pre test de 3 meses, él tomó un periodo pre test de 12 meses.

el segundo objetivo específico fue determinar los aspectos críticos del mantenimiento preventivo de la flota vehicular, para ello se utilizó el diagrama de Ishikawa para hallar las todas las causas de una baja disponibilidad y el diagrama de Pareto para clasificar las causas y poder determinar los aspectos críticos teniendo como resultado la identificación de 08 causas críticas, estas causas son: un plan de mantenimiento ineficiente, ineficiencia en el control de mantenimientos,

inexistencia de métodos de trabajos estandarizados, sin stock de repuestos, carencia de registros de seguimientos de mantenimiento preventivo, vehículos con fallas constantes, repuestos llegan a destiempo, elevado tiempo en el mantenimiento correctivo. 2 de las causas críticas mencionadas coinciden con la investigación de Julca (2022), quien en su investigación también utilizó el diagrama de Ishikawa y la matriz vester para hallar las causas críticas de su investigación, Las cuales le sirvieron de base para elaborar la propuesta de mejora. Por otro lado, nicho (2017) en su investigación utilizó herramientas diferentes de nuestra investigación como es el AMEF para hallar sus causas raíz y priorizarlas, pero teniendo resultado similares a nuestro estudio.

el tercer objetivo específico fue diseñar e implementar un plan de mejora de mantenimiento preventivo, para ello en esta investigación se plantea diseñar un plan de mantenimiento preventivo de donde se tomó información de la ficha de recolección de datos colocando las actividades a realizarse por cada cierto kilometraje, contemplando también las actividades que se realizara en cada kilometraje de mantenimiento para evitar las paradas no planificadas que perjudican la fiabilidad, se resume que la aplicación del plan de mejora en el mantenimiento preventivo permite mejorar la fiabilidad e incrementar el tiempo medio entre fallas; se encontró similitud en la investigación de Ccahuana, (2021) donde sostiene que la optimización de los planes de mantenimiento preventivo logra beneficios como la mejora de la fiabilidad aumentando el tiempo medio entre fallas de las maquinas o equipos, este planteamiento es fundamental para la aplicación del mantenimiento preventivo de la flota vehicular , cabe mencionar que se ha demostrado en la presente investigación que un correcto diseño del plan del mantenimiento preventivo es muy importante hoy en día y también al tener una correcta programación se reduce el tiempo de paradas de las flotas vehiculares porque se realiza los mantenimientos en las fechas programadas, esto también coincide con Erazo(2019) en su investigación donde indica que un correcto plan de

mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las unidades móviles, donde también indica que el principal problema que afecta la disponibilidad en unidades móviles es el no contar con mantenimientos preventivos.

En el cuarto objetivo específico que es determinar como el plan de mantenimiento incrementa la disponibilidad de la flota se evidenció que mediante la aplicación del plan de mejora del mantenimiento preventivo con la herramienta SAP se mejoró la disponibilidad de un 80% en el pre test a un 99% en el post test, además el MTBF aumentó de 72.44 horas en el periodo pre test a 224.44 en el periodo post test, y el MTTR disminuyó de 14.86 en el periodo pre test a 2.76 horas en el periodo post test, este resultado coincidió con lo investigado por Rosales (2022), en su tesis, la cual muestra un incremento de la disponibilidad después de usar el SAP para mejorar el mantenimiento preventivo en las máquinas y concluye que al aplicarse este tipo de mantenimiento se logra reducir las potenciales fallas mejorando de esta forma la disponibilidad, tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR); encontrando similitud con carranza y rosales (2018) en su investigación que indica que inicialmente tenía una disponibilidad del 79.75% en el periodo pre test y aumentó significativamente en el periodo post test llegando a una disponibilidad de 89.87%, también indico que para mejorar la disponibilidad es importante mejorar los niveles de fiabilidad de los vehículos y reducir la mantenibilidad. Se evidencia que este tipo de mantenimiento ayudó a mejorar la fiabilidad y la mantenibilidad de la flota vehicular, este resultado coincidió con lo investigado por rojas (2020) que nos indica en su estudio que se mejoró la disponibilidad, la fiabilidad y la mantenibilidad de los equipos gracias al plan de mantenimiento preventivo pues la disponibilidad aumento de 84.24% en el periodo pre test a 97.81% en el periodo post test, así mismo la fiabilidad tuvo una significancia positiva pues aumento de 42 horas en el periodo pre test a 199.8 horas en el periodo post test, también la mantenibilidad tuvo una mejoría reduciendo el tiempo medio para reparar de 21.1 horas en el periodo pre test a 4.16 horas en el

periodo post test. Este resultado también tiene similitud con vera (2022) en su tesis que indica que un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota vehicular, y tuvo como resultado un aumento en su disponibilidad de 62.4% en su período pre test a 81.3% en su periodo post, mejoro significativamente y aumento 18.8% la disponibilidad de las unidades.

En el quinto objetivo específico que es analizar los costos incurridos en la implementación de las mejoras del plan de mantenimiento tenemos que los costos por kilometraje en el periodo pre test sin un correcto plan de mantenimiento son más elevados que en el periodo post test, donde ya se implementó un correcto plan de mantenimiento preventivo, los costos de mantenimiento en el periodo pre test fueron de \$2577, mientras que en el periodo post test fueron de \$1380, notándose una disminución en el costo significativo, este resultado tiene similitud con la investigación de Rosell (2022) donde sus costos en el periodo pre test fueron S/4400 Y S/1130 en el periodo post test, esto demostró que sus costos también bajaron significativamente después de implementar los procedimientos estandarizados y mejorando el control del programa de mantenimiento. También en encontró similitud en la investigación de Álvarez & mejía (2022), donde sus gastos por mantenimiento en el periodo pre test fueron de S/15 763 y los gastos después de aplicar el plan mantenimiento preventivo fueron S/12 304, notándose así que hay una disminución en el gasto después de implementar un correcto plan de mantenimiento preventivo, también encontró similitud con la investigación realizada por Kamel et al (2020) donde señala que utilizando un programa llamado MATLAB se proporciona un solución casi óptima para el mantenimiento preventivo donde tuvo una reducción en el costo de 34% después de aplicar su mejora.

VI. CONCLUSIONES

- La implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Agrícola en Chao 2022, de acuerdo con lo evaluado en la T de Student influye significativamente, además se logró determinar que existe una relación significativa entre el MTBF y MTTR, por lo que se concluye la importancia de aumentar la disponibilidad en la flota vehicular de cuatrimotos.
- El mal manejo de los mantenimientos de la flota vehicular ocasiona tener causas críticas que conllevan a una baja disponibilidad, aumentando considerablemente el MTTR en la empresa agrícola de Chao, 2022.
- En cuanto al diseño de un plan de mantenimiento preventivo es fundamental, para el seguimiento y ejecución de los trabajos a realizar, además de la utilización del ERP Sap lo cual complementa de manera satisfactoria al aumento de la disponibilidad de los cuatrimotos.
- Se logró obtener un incremento en el periodo medio entre fallas de la empresa agrícola Chao 2022, con el mantenimiento anticipado, además de un aumento significativo de la disponibilidad iniciando de un 80% se logró aumentar a un 99.5%, disminuyendo las fallas y número de paradas.
- En el análisis de los costos tuvimos una reducción en los periodos de evaluación, debido al mantenimiento anticipado evitando llegar a un correctivo, se concluye que la disminución de costo es debido a la gestión controlada en sistema Sap la cual es manejable y entendible para los registros.
- Por último se logró determinar que el mantenimiento provisorio la ampliación del lapso medio entre las reparaciones de la empresa agrícola Chao 2022, manifiesta una deducción en el período necesario y se puede percibir el propósito de los resultados enfocado en cada objetivo, de modo que se logra constatar que el lapso intermedio entre las reparaciones logró el

subjetivo citado para el progreso de la actual investigación en la cual tuvimos un aumento de la disponibilidad, disminución en el MTTR y aumento en el MTBF.

VII. RECOMENDACIONES

- Implementar indicadores de disponibilidad para medir los cambios de manera semanal, utilizando la tecnología y el seguimiento para un mejor control de mantenimientos basados en datos históricos que permitan mejoras continuas al punto de llegar a tener un % de objetivo esperado.
- Como pre requisito de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se debe poner en practica las buenas practicas de los tipos de mantenimientos, esto involucra operar los cuatrimotos de forma adecuada para mejorar la disponibilidad, por ser el principal causante de las fallas presentadas.
- En el diseño es importante tener establecido un buen plan de mantenimiento preventivo que este contemplado todos los costos incurridos para una mejor ejecución debido que esto se replicara para todos los cuatrimotos y plasmados en los kilometrajes.
- Mantener actualizado los registros en sistema Sap es fundamental para poder realizar los mantenimientos en las fechas programadas, al igual que los reportes semanales de los kilometrajes por cada usuario.

- En la implementación se debe evaluar la significancia de la inversión monetaria y la mejora en cuanto a disponibilidad en la flota vehicular de los cuatrimotos, ya que no solo debe estar enfocado al costo de mantenimiento si no también al tiempo de paradas, disponibilidad y operatividad de cada cuatrimoto.

REFERENCIAS

MORA BAYAS, Cristóbal Gabriel. *Propuesta de un plan de mantenimiento proactivo en los aires acondicionados de la Universidad Estatal de Milagro*. 2019. Tesis de Licenciatura.

CCAHUANA LABRA, Jose Antonio. Aplicación del sistema Dispatch para mejorar el MTBF y MTTR en el programa de mantenimiento de los componentes de camiones de acarreo en la Empresa Minera Antamina-2021. 2023.

AMENDOLA, Luis. Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. *Departamento de Proyectos de Ingeniería Universidad Politécnica de Valencia*, 2003.

OLTRA BADENES, Raúl Francisco. *Sistemas Integrados de Gestión Empresarial: Evolución histórica y tendencias de futuro*. 2012.

SALAZAR ZEGARRA, Jhonluis. *Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (mcc) para incrementar la disponibilidad de los tractocamiones Freightliner de la empresa Transportes Pakatnamu SAC*. 2019.

ZEA SANTANDER, Bryan Alonso. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo*

y su incidencia en la disponibilidad de los equipos camineros de la Municipalidad de Ventanilla. 2021.

MALDONADO, José. Gestión de procesos. *Santiago-Chile*, 2011.

VELASCO, M. L. Y. P.; MARTÍNEZ, M. Muestreo probabilístico y no probabilístico. *Licenciatura en*, 2017, p. 3.

LÓPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. *Punto cero*, 2004, vol. 9, no 08, p. 69-74.

ARIAS-GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; NOVALES, María Guadalupe Miranda. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista alergia mexico*, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.

MORONE, Guillermo. Métodos y técnicas de la investigación científica. *México: Universidad Nacional Autónoma de México*, 2013.

MENDOZA, Sandra Hernandez, et al. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA*, 2020, vol. 9, no 17, p. 51-53.

ARAVENA, Pedro Christian, et al. Validez y confiabilidad en investigación odontológica. *International journal of odontostomatology*, 2014, vol. 8, no 1, p. 69-75.

ÁLVAREZ-RISCO, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020

MORENO, Pascual. *Metodología de la Investigación*. 2005.

DE LA LAMA ZUBIRÁN, Paula; DE LA LAMA ZUBIRÁN, Marco A.; DE LA LAMA GARCÍA, Alfredo. Los instrumentos de la investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 2022, vol. 12, no 22, p. 189-202.

ERAZO ÁGUILA, Víctor Bartolo. Plan de mantenimiento preventivo total para mejorar la disponibilidad de las unidades móviles del Programa Juntos, Piura 2019. 2019.

Sampieri Hernández, Roberto, Collado Fernández, Carlos. Lucio Baptista, M. del P. (2014). Metodología de la Investigación 6 Edición

Carranza Solis, C., & Rosales Lozano, Y. (2018). "Aplicación del mantenimiento preventivo, para mejorar la disponibilidad de flota de montacargas en la empresa Grúas Luguensi S.A.C - Chimbote, 2018". En Universidad César Vallejo

ROJAS GONZALES, Jaime Roman. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en La Libertad, 2019. 2020.

VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel, et al. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alergia México*, 2018, vol. 65, no 4, p. 414-421.

MARKUDOVA, Dena, et al. Preventive maintenance for heterogeneous industrial vehicles with incomplete usage data. *Computers in Industry*, 2021, vol. 130, p. 103468.

KAMEL, Gehad, et al. Optimization of a multilevel integrated preventive maintenance scheduling mathematical model using genetic algorithm. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2020, vol. 15, no

4, p. 247-257.

ATTARAN, Mohsen. The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2021, p. 1-17.

ENGBERS, Hendrik, et al. Conceptual Model for Integrated Production and Maintenance Planning with Automated Prognostic Method Selection. *IFAC-PapersOnLine*, 2021, vol. 54, no 1, p. 635-640.

ALVAREZ MONCADA, Kevin Jhoan; MEJIA MELITON, Marvin. Optimización del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en camiones HD785-7, 2021. 2022.

ZHOU, Yu, et al. Sequential imperfect preventive maintenance model with failure intensity reduction with an application to urban buses. *Reliability Engineering & System Safety*, 2020, vol. 198, p. 106871.

PATEL, Jigar K. The Importance of Equipment Maintenance Forecasting, 2021

THESSLER, Andreas, et al. Predictive maintenance enabled by machine learning: Use cases and challenges in the automotive industry. *Reliability engineering & system safety*, 2021, vol. 215, p. 107864.

GÜNER, Gürkan Güven; SAKAR, Ceren Tuncer; YET, Barbaros. A Multicriteria Method to Form Optional Preventive Maintenance Plans: A Case Study of a Large Fleet of Vehicles. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2021.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R.; MENDOZA, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p. *Revista de alimentación contemporánea y*, 2018.

SAIHI, Afef; BEN-DAYA, Mohamed; AS' AD, Rami Afif. Maintenance and sustainability: A systematic review of modeling-based literature. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2022.

MANCO, Pasquale, et al. Gestión de mantenimiento para activos distribuidos geográficamente: un enfoque basado en la criticidad. *Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema* , 2022, vol. 218, pág. 108148.

Renovetec (2017). “¿Qué es un plan de mantenimiento? Pagina virtual de RENOVETEC. España. Disponible el 22 de junio del 2021: <http://www.renovetec.com/irim/sobre-mantenimiento/planes-de-mantenimiento/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

(Nicho J,2017). “Diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores Cummins QSK78 en la Minera Antamina”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Callao, Perú. Disponible el 24 de junio del 2021

GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión moderna del mantenimiento industrial. *Principios fundamentales, Bogotá, Ediciones de la U*, 2012.

ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros. (2018). Glosario de Términos de Mantenimiento. Colombia: ACIEM:Asociación Colombiana de Ingenieros

VERA RAFAEL, Leopoldo Alexander. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular del área de transporte en la empresa Picorp SAC, 2021. 2022.

ROSALES CACHAY, Deyvi Junior Felipe. Plan de mejora de mantenimiento para incrementar la disponibilidad en equipos críticos de unidad minera. 2022.

JULCA ORTEGA, Erwin Alejandro. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa CILSA. 2022.

ANEXOS

Anexo 1- Técnicas e instrumentos por objetivo

objetivo	Técnica	instrumento	fuentes
diagnosticar la disponibilidad actual de la flota vehicular en la empresa,	Análisis documental	Ficha de registro para evaluar la disponibilidad	Archivos y base de datos de la empresa
2. evaluar los aspectos críticos del mantenimiento preventivo de la flota vehicular	Análisis documental	Ficha de registro, formato de análisis de criticidad	Archivos y base de datos de la empresa
diseñar el plan de mejora de mantenimiento preventivo de la flota vehicular	Análisis documental	Ficha registro	Archivos y base de datos de la empresa
determinar como el plan de mejora de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad en la flota vehicular	Análisis documental	Ficha registro	Archivos y base de datos de la empresa
Analizar los costos incurridos en la	Análisis documental	Ficha registro	Archivos y base de datos

implementación de las mejoras			de la empresa
-------------------------------	--	--	---------------

Fuente: elaboración propia

Anexo 2- carta de presentación

CARTA DE PRESENTACIÓN

SEÑOR:

Presente

ASUNTO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante del programa **Formación Para adultos de la universidad cesar vallejo**, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar la investigación con la cual optaremos el grado de **BACHILLER**

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es **PLAN DE MEJORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN LA FLOTA VEHICULAR DE UNA EMPRESA AGRICOLA, CHAO 2023** y siendo imprescindible contar con la aprobación de expertos para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- 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

Nombre: Cortez Ferrer, Sali Edith

D.N.I:

Firma:

Nombre:
ramirez herrera ,jhonny
alexander
D.N.I: 45836971

Anexo 3 - Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Mantenimiento preventivo	El mantenimiento preventivo es una combinación de las actividades técnicas y administrativas diseñadas para evitar que un equipo y partes de el mismo falle o arreglar para que pueda seguir realizando su función (kamel et all, 2020)	El mantenimiento preventivo se medirá utilizando la técnica recolección de datos de los registros obtenidos de mantenimiento, ya sea de hora de operatividad y horas de parada	Tasa de cumplimiento de mantenimiento	Actividades ejecutadas/ actividades programadas	RAZÓN
			fallas	N° fallas	

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLE DEPENDIENTE

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Disponibilidad	probabilidad que un sistema o equipo esté en funcionamiento o listo para funcionar (ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros, 2018)	La disponibilidad se medirá utilizando la técnica recolección de datos de los registros obtenidos de mantenimiento, ya sea de hora de operatividad y horas de parada	fiabilidad	=Tiempo total de operaciones/N° de fallas	razón
			disponibilidad	=MTBF / (MTBF +MTTR).	
			mantenibilidad	Tiempo total de fallas / N° Total de paradas	

Anexo 4 - Instrumento 01 - ficha de datos para evaluar la disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad

Empresa		Empresa Agroindustrial						
Instrumento		Ficha Documental						
Código de registro								
área								
Fecha								
tipo de vehículo								
Mes	Unidad	Tiempo disponible (Hrs)	Tiempo total operaciones (Hrs)	Tiempo de inactividad (Hrs)	Numero de fallas (Q)	MTBF Fiabilidad (Hrs)	MTRR Mantenibilidad (Hrs)	Disponibilidad (%)

Anexo 5 – Check list para medir la tasa de cumplimiento de mantenimiento preventivo

FORMATO					
CHECK LIST DE CUATRIMOTOS					
CONDUCTOR:		FECHA:			
ÁREA:		HORA:			
DATOS TÉCNICOS					
MARCA		MODELO			
CUATRIMOTO N°		ULTIMO MANTENIMIENTO			
KILOMETRAJE		PROXIMO MANTENIMIENTO			
NIVEL COMBUSTIBLE		ULTIMA INSPECCION			
LEYENDA:	COLOCAR	✓	EN CASO SE CUMPLA CUALQUIERA DE LOS TRES CASOS		
CHECK LIST					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORME	NO CONFORME	NO APLICA	OBSERVACIONES
1	Verificación de Luces altas				
2	Verificación de Luces bajas				
3	Verificación de Luces de Freno				
4	Verificación de Luces de Retroceso				
5	Verificación de Luces Intermitentes				
6	Verificación del juego libre del acelerador				
7	Verificación de Nivel de Aceite de motor				
8	Verificación de Estado de Neumáticos / presión				
9	Verificación de Frenos				
10	Verificación de Líquido de Frenos				
11	Verificación de Freno de Mano				
12	Verificación de Ruidos Anormales				
13	Verificación de Tubo de Escape				
14	Verificación de Carcasa en General				
15	Verificación de Amortiguador Delantera				
16	Verificación de Amortiguador Trasera				
17	Verificación de Mangueras				
18	Verificación de Refrigerante en Radiador				
19	Verificación de Bocina				
20	Verificación de Asientos				
21	Verificación de Cajas de Herramientas				
22	Verificación de Cables sueltos o rotos				
23	Verificación parte inferior del cuatrimoto (Compruebe si no hay suciedad, plantas u otros residuos)				
24	Limpieza General de la cuatrimoto				

OBSERVACIONES ADICIONALES

CONDUCTOR RESPONSABLE

V°B° DE ÁREA DE MANTENIMIENTO

Anexo 6 - Certificado de validez de contenido de los instrumentos

JUICIO DE EXPERTO

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	DIMENSION 1: TASA DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Instrumento. 2	Actividades ejecutadas/Actividades programadas	SI	SI	SI	
	DIMENSIÓN 2: FALLAS				
Instrumento. 1	Fallas	SI	SI	SI	
	VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD				
	DIMENSION 1: Fiabilidad				
Instrumento. 1	Tiempo total de operaciones /número de fallas	SI	SI	SI	
	DIMENSIÓN 2: Disponibilidad				
Instrumento. 1	MTBF/(MTBF+MTTR)	SI	SI	SI	
	DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad				
Instrumento. 3	Tiempo total de fallas/número de fallas	SI	SI	SI	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador:

DNI:

Especialidad del validador:

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante

Anexo 7 Resultado de prueba de hipótesis

ANOVA Simple - MTBF por PERIODO

Variable dependiente: MTBF

Factor: PERIODO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para MTBF. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de MTBF para los 2 diferentes niveles de PERIODO. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

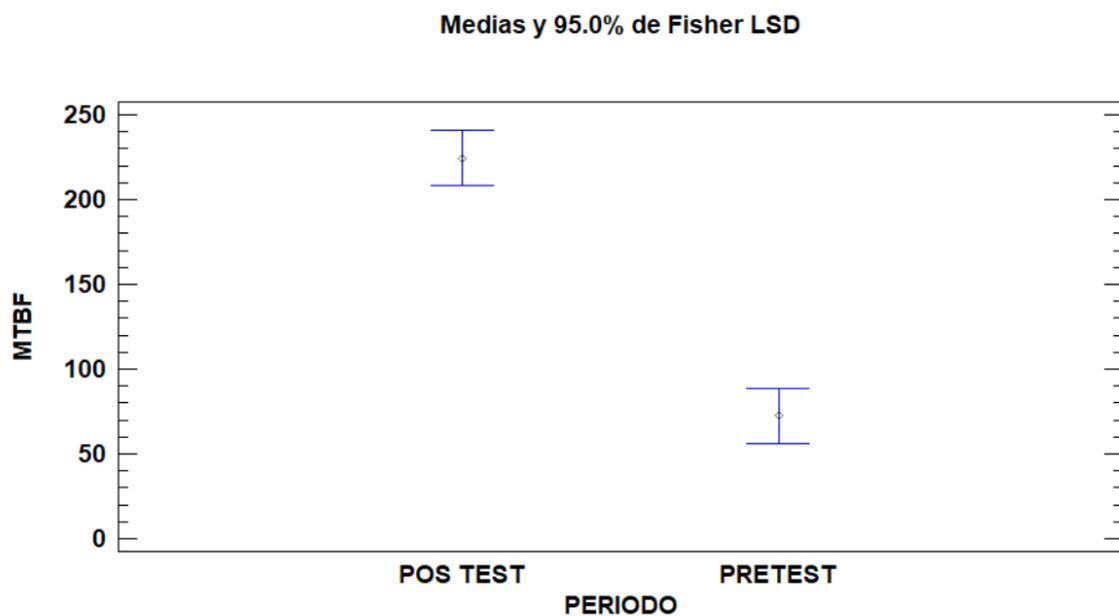
Tabla ANOVA para MTBF por PERIODO

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	346547.	1	346547.	86.55	0.0000
Intra grupos	232239.	58	4004.13		
Total (Corr.)	578787.	59			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de MTBF en dos componentes: un componente

entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 86.5476, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de MTBF entre un nivel de PERIODO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



ANOVA Simple - MTTR por PERIODO

Variable dependiente: MTTR

Factor: PERIODO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para MTTR. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de MTTR para los 2 diferentes

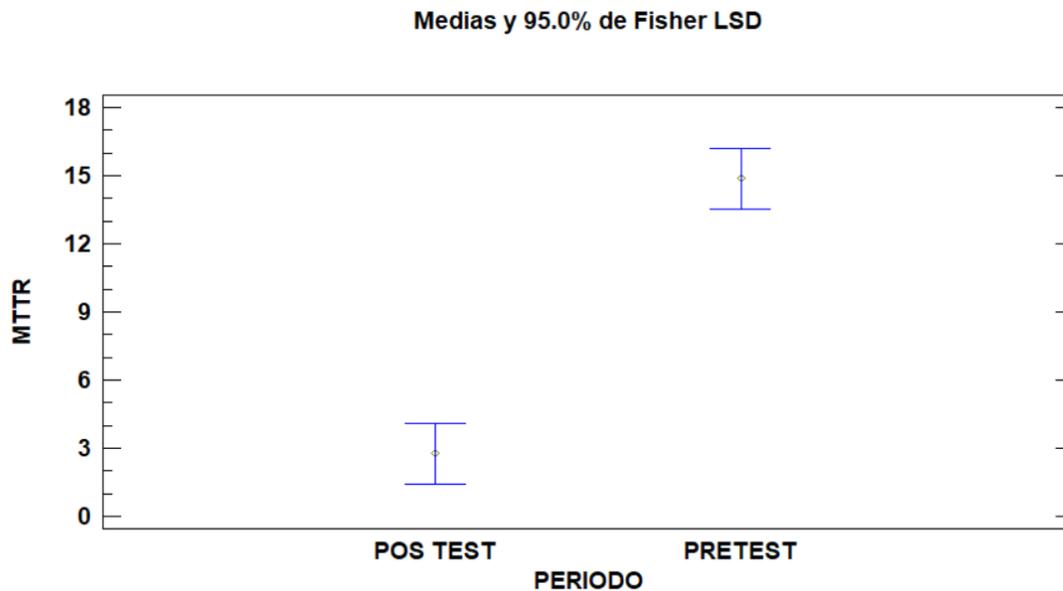
niveles de PERIODO. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Tabla ANOVA para MTTR por PERIODO

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2196.18	1	2196.18	80.62	0.0000
Intra grupos	1579.89	58	27.2395		
Total (Corr.)	3776.07	59			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de MTTR en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 80.6246, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de MTTR entre un nivel de PERIODO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



ANOVA Simple - DISPONIBILIDAD por PERIODO

Variable dependiente: DISPONIBILIDAD

Factor: PERIODO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para DISPONIBILIDAD. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de DISPONIBILIDAD para los 2 diferentes niveles de PERIODO. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Tabla ANOVA para DISPONIBILIDAD por PERIODO

Fuente	Suma de Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.487501	1	0.487501	83.93	0.0000
Intra grupos	0.336887	58	0.0058084		
Total (Corr.)	0.824388	59			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de DISPONIBILIDAD en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 83.9303, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de DISPONIBILIDAD entre un nivel de PERIODO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

