



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los montacargas en la empresa de servicios de alquileres.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Guevara Huaman, Jose Neri (orcid.org/0000-0002-0884-3382)

ASESOR:

Mg. Rodríguez Solorzano, Oscar Alonso (orcid.org/0000-0001-8683-6551)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi familia y amigos por esas palabras de aliento para seguir luchando día a día.

A mi hijo que siempre me da esas fuerzas para salir adelante y vencer los obstáculos que en la vida se presentan.

A todos mis compañeros de aula por ese apoyo incondicional y sus consejos de superación.

Agradecimiento

A mi asesor por el apoyo y el gran aporte de sus conocimientos al brindarme esas sugerencias para mejorar en la elaboración de mi tesis.

A la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo por darme esa oportunidad para seguir superándome profesionalmente.

A mi familia por esos consejos de todos los días, que nunca dejara de esforzarme para poder logra culminar mi carrera con éxito.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5. Procedimientos	11
3.6. Método de análisis de datos.....	11
3.7. Aspectos éticos	12
IV. RESULTADOS	13
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los montacargas de enero a abril 2022	14
Tabla 2. Descripción de la disponibilidad inicial de los montacargas de enero a abril 2022	14
Tabla 3. Plan de mantenimiento preventivo para los montacargas.....	17
Tabla 4. Checklist de control diario para operadores.....	20
Tabla 5. Talleres de capacitación para operarios	24
Tabla 6. Estructura del taller Seguridad en la máquina	24
Tabla 7. Estructura del taller Buenas Prácticas de operación, con y sin carga.	25
Tabla 8. Estructura del taller Mantenimiento e inspección diaria del equipo por el operador	26
Tabla 9. Principales fallas de los componentes del motor	28
Tabla 10. Principales fallas de los componentes de la caja de marchas	29
Tabla 11. Principales fallas de los componentes del sistema eléctrico	30
Tabla 12. Principales fallas de los componentes del sistema de dirección	31
Tabla 13. Principales fallas de los componentes del sistema hidráulico	32
Tabla 14. Principales fallas de los componentes del sistema de freno	33
Tabla 15. Principales fallas de los componentes del mástil	34
Tabla 16. Principales fallas de los componentes de la cabina	35
Tabla 17. Cronograma de ejecución del plan de mantenimiento preventivo.....	37
Tabla 18. Costo de repuestos e insumos de los 9 montacargas	38
Tabla 19. Costos de la propuesta.....	39
Tabla 20. Proyección de la disponibilidad de los montacargas después de la propuesta.....	40
Tabla 21. Impacto de la disponibilidad de los montacargas.....	40
Tabla 22. Costo de la propuesta	41
Tabla 23. Beneficios.....	42

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Flujograma del proceso actual de atención del mantenimiento.	13
Figura 2. Flujograma de solución de fallas	36

Resumen

La investigación titulada propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los montacargas en la empresa de servicios de alquileres, tuvo como objetivo general determinar que el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo permitió mejorar la disponibilidad de los montacargas en una empresa de servicios de alquiler, la investigación siguió una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental, transversal y descriptivo, la muestra fue de 9 montacargas, como técnica el análisis documental y el instrumento la ficha de recolección de datos, los resultados mostraron que la disponibilidad antes de la propuesta fue 77,32% con un tiempo medio entre fallas de 20,72 horas, el tiempo medio de reparación de 6,08 horas y la tasa entre fallas de 0,05, después de la propuesta la disponibilidad aumentó a 90,58% con un tiempo medio entre fallas de 63,27 horas, el tiempo medio de reparación de 6,58 horas y la tasa entre fallas de 0,02, el beneficio costo del plan de mantenimiento fue de 1,25. En las estrategias de propuesta se desarrolló el cronograma de mantenimiento preventivo de los montacargas, documentos para el registro de los controles por medio de un checklist, talleres de capacitación, la herramienta AMEF para cada sistema y el flujograma de solución de fallas. Del estudio se concluyó que el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad de los montacargas en una empresa de servicios de alquiler en un 17,15%.

Palabras clave: Plan de mantenimiento, mantenimiento preventivo, disponibilidad, montacargas.

Abstract

The research entitled proposal of a preventive maintenance plan to improve the availability of forklifts in the rental services company, had as general objective to determine that the development of a preventive maintenance plan allowed to improve the availability of forklifts in a rental services company, the research followed a methodology of applied type, quantitative approach, non-experimental design, cross-sectional and descriptive, the sample was 9 forklifts, The results showed that the availability before the proposal was 77.32% with an average time between failures of 20.72 hours, the average repair time of 6.08 hours and the rate between failures of 0.05, after the proposal the availability increased to 90.58% with an average time between failures of 63.27 hours, the average repair time of 6.58 hours and the rate between failures of 0.02, the benefit cost of the maintenance plan was 1.25. The proposal strategies included the development of the forklift preventive maintenance schedule, documents for recording controls through a checklist, training workshops, the AMEF tool for each system, and the failure solution flowchart. The study concluded that the development of a preventive maintenance plan improved the availability of forklifts in a rental services company by 17.15%.

Keywords: Maintenance plan, preventive maintenance, availability, forklifts.

I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de mantener las maquinas para fines de producción es el requisito para que todas las empresas brinden una producción nacional e internacional competitiva y obtengan productos terminados con la más alta calidad. Probablemente la forma de mantenerlo es utilizando una variedad de herramientas de reparación que se utilizan en maquinaria y equipo como parte de los beneficios de productividad.

El mercado mundial de los montacargas a nivel mundial es de 1384,3 mil unidades en el 2020 (Fortune Business Insights 2020). Para el 2026 el mercado se expandirá 50,5 mil millones de dólares, por a gran expansión de industria minorista, con un gran impacto significativo en los últimos tiempos se ha identificado un crecimiento de la demanda en los equipos modernos para levantar los materiales, productos, etc. Por lo tanto, la falta de mantenimiento de estos equipos puede originar montacargas tropezándose, inestabilidad, transporte de cargas desigualmente balanceadas (Research and Markets 2021).

En España, (Cortés et al. 2017) Indica que hoy en día el crecimiento industrial avanza rápidamente y esto hace que la demanda de máquinas y herramientas para las empresas sea de gran requerimiento para cubrir sus necesidades y así poder llegar a cubrir las exigencias que requiere el consumidor, ello ha sido precisamente comprobado por (La Asociación Europea de Alquiler (ERA) 2018) descubrió que las tarifas de alquiler de equipos pesados en Madrid, España tiene un crecimiento del 4,1% en 2019. En 2020, hay una disminución estimada del 10,4%, y se prevé que el 2021 aumentará un 4,8%, también a tipo de cambio constante. La penetración del almacenamiento inteligente es una de las principales causas para el crecimiento de los montacargas. Siendo Europa el que tiene el 30% de estas montacargas (Liteng 2021).

En Perú (Salas 2021) durante la pandemia los supermercados, empresas agroindustriales, tiendas de abarrotes no pararon sus operaciones tanto física como virtual, lo cual fue una tendencia positiva hacia el mercado del alquiler de montacargas creciendo un 13% en 2020.

En la actualidad la empresa de servicios cuenta con una flota de 645 montacargas que se utilizan para transportar las mercancías en el depósito ubicado en la dirección en San Gerónimo en el distrito de Lurigancho en la Región Lima. Los principales problemas de los montacargas se deben a que no están disponibles para el proceso de transportes por tener fallas y encontrarse en mantenimiento correctivo o incluso se voltean o tienen problemas en subir o bajar las astas. Situación que origina una mayor demora en proceso. En el último semestre del año 2021 se reportaron distintos tipos de fallas en estas máquinas principalmente por fallas eléctricas o mecánicas, otras provienen del equipo de montacarguista encargado de operar la máquina, también hay una falta de limpieza, mala práctica de mantenimiento preventivo, lubricación. Actualmente la disponibilidad de los montacargas es de un 77%; es decir, se encuentran operativas 7 máquinas de un total de 9 máquinas, las otras dos se encuentran en mantenimiento teniendo una pérdida de 2740 soles al mes por cada máquina inoperativa, afectando en la calidad de atención en el primer trimestre del 2022.

Respecto al equipo de mantenimiento de los montacargas carecen de herramientas para realizar el mantenimiento preventivo o la reparación del equipo. Entonces la forma de trabajo se realiza de acuerdo a la necesidad del área. No se programan en el tiempo exacto que debe ser utilizado, no se previene el mantenimiento para evitar averías épocas de campaña ya que estos equipos trabajan al máximo; por lo tanto, en festividades se reportan las mayores averías.

El mantenimiento de los montacargas se realiza cuando está fuera de servicio, recién allí se apertura los pasos de mantenimiento y el tiempo de reparaciones de montacargas pueden demorar de 3 a 4 días en fallas menores y se prolonga hasta 10 días en fallas mayores. La falta de mantenimiento preventivo origina este tipo de fallas que afectan la disponibilidad para atender a los clientes reduciendo las ventas, principalmente porque genera paros de las máquinas. La empresa considera que esos hechos requieren atención inmediata para que reduzcan las paradas innecesarias, ya que estos problemas generan poca satisfacción y fidelidad de los clientes que alquilan las maquinarias.

Debido a estos problemas, se han propuesto planes de mantenimientos preventivos con la finalidad de tener mayor disponibilidad de los montacargas, y

evitar los problemas y afectar en la productividad logística, acción que genera demoras en la entrega del producto o disconformidad del cliente.

Respecto a lo mencionado se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de los montacargas de una empresa de servicios?

El estudio tuvo un valor teórico ya que permitió el desarrollo de las base teórica y científica para la gestión del mantenimiento tiene como objetivo dar soluciones la falta de disponibilidad de los montacargas en la empresa. A partir de la perspectiva práctica porque su objetivo consiste en dar una solución para tener mayor disponibilidad de montacargas de la empresa y a la vez reducir el costo me reparación por cada maquinaria. Así como la propuesta de un plan de mantenimiento. La justificación metodológica se sustenta en el análisis de la disponibilidad de los montacargas y el uso de la herramienta del plan de mantenimiento.

El objetivo general fue determinar que el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo permitió mejorar la disponibilidad de los montacargas en una empresa de servicios de alquiler. Los objetivos específicos: diagnosticar la situación actual de la disponibilidad de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler, desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler y evaluar el costo beneficio del plan de mantenimiento preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler.

Finalmente, como hipótesis general: la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo mejorará significativamente la disponibilidad de los montacargas.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los estudios de investigación que han abordado sobre el tema del mantenimiento preventivo y la disponibilidad de equipos, en el ámbito internacional, (Vela 2020) en Guatemala, realizó un estudio con el objetivo de elaborar un plan de mantenimiento preventivo a montacargas, en un estudio cuantitativo, en una muestra de 25 montacargas de 3 filiales utilizó como instrumento la ficha de recolección de datos, MTBF, MTTR, los resultados mostraron la reducción del 25% en los costos y se logró aumentar en un 15% la productividad. Concluyen que en la empresa se deben conocer los pasos del mantenimiento, los procedimientos de cada equipo, la información de fabricante, planes de capacitación y control de los suministros y piezas.

En los estudios nacionales, Girón (2019) en Lima, mejoró la disponibilidad de los minicargadores Wacker Neuson con un plan de mantenimiento, con un estudio preexperimental, en una muestra de 6 modelos de montacargas evaluados por 3 meses, empleó como instrumento la matriz de criticidad, reporte de equipo y fallas, plan de mantenimiento preventivo, MTBF, MTTR, y un formato de disponibilidad. Identificó dos equipos críticos SW 28 (A) Y 5055(J). Además, se encontró un buen índice de mantenimiento preventivo; por lo que esta mejora se evidencio en la disponibilidad, la disponibilidad de los montacargas antes de la propuesta fue de 78,96% y después de la propuesta se incrementó a un 85.5%. Por lo tanto, la disponibilidad se incrementó en 6.54%.

También, Vásquez (2020) en Arequipa, el objetivo fue analizar las fallas de equipos de carga proceso de carga y descarga para aumentar disponibilidad operacional de una empresa de envases. La muestra fue de cinco maquinas mediante el análisis de criticidad, utilizó el instrumento de reporte de fallas, MTBF, MTTR. Los resultados y conclusiones indican una disponibilidad de la máquina modelo 236 de 88% y la máquina modelo 268 de 98%.

Por su parte, Carranza y Rosales (2018) en un estudio realizado en Chimbote, mejoró la disponibilidad de la flota de montacargas mediante un mantenimiento preventivo, con un estudio correlacional, de diseño experimental categoría preexperimental con una muestra de 6 grúas y 4 montacargas, utilizaron como

instrumento la observación directa, revisión documental. Antes de la propuesta la situación inicial de la gestión de mantenimiento era de 79.75%, después de aplicarla ascendió a 89.87%. Concluyeron que con el plan de mantenimiento la disponibilidad incrementó en 10.12%

También, Ccapacca (2018) en Lima, mejoró la disponibilidad de los montacargas en una empresa de envases metálicos, estudio aplicado, de diseño cuasi experimental, enfoque longitudinal y cuantitativo, aplicaron como instrumento un cuestionario con aplicación en escala de Likert a una muestra de 34 colaboradores del área de mantenimiento y operarios de los montacargas. Obteniendo como resultado antes de implementar la gestión de mantenimiento la disponibilidad de los montacargas era 64% y después 92.40%. Concluyendo que con la propuesta de mantenimiento la disponibilidad de los montacargas incrementa un 28.40%.

En Lima, Velito (2019) determinó de qué manera la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de carretillas elevadoras en los almacenes de la empresa láctea. Investigación aplicada enfoque cuantitativo, diseño pre experimental, la muestra son registros de paradas no programadas en un periodo de trece semanas antes y trece semanas después, utilizó como instrumento la ficha de recolección de datos, MTBF, MTTR y el formato de disponibilidad. La disponibilidad inicial (79%) y después de la implementación 92%, gracias a la implementación la disponibilidad incrementó un 13%.

En Chiclayo, Callirgos (2021) con el objetivo de mejorar la confiabilidad de equipos con un modelo de Sistema de gestión de mantenimiento con la norma internacional ISO 55001, el estudio fue de tipo aplicada, utilizó como instrumento la guía de observación, ficha de registro, cuestionarios, la muestra fueron 218 equipos y el personal del área de elaboración, en los resultados encontró un 81%, 75% y 70,5% en la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad respectivamente, con la propuesta se implementó un inventario, el análisis de criticidad y la codificación de actividades de mantenimiento preventivo. Después de la implementación se obtuvo un 10% de mejoras, mejorando a 90.50%, 86.60% y 75.00% cada uno de los valores estudiados.

Las empresas necesitan del plan de mantenimiento para poder asegurar la continuidad de sus procesos y actividades, así como alargar la vida de sus equipos y máquinas, a continuación, se muestra los sustentos teóricos y conceptuales de las variables. De acuerdo a Marrero, Vilalta y Martínez (2019) define el mantenimiento como una acción eficaz para mejorar y conservar las condiciones técnicas de los activos sobre todo equipos y máquinas que persigue mantener activo los procesos operativos relevantes tales como funcionalidad, seguridad, confort, productividad higiene, y reducir costos operativos.

La planificación eficaz del mantenimiento conlleva al desarrollo de todo el trabajo de mantenimiento, reparación y construcción de los activos. Al momento de establecer un plan de mantenimiento se debe considerar los factores relacionados, como el deterioro en el tipo de la estructura y activos, los requisitos funcionales y las estrategias de mantenimiento (Jong 2018).

Díaz et al. (2019) aplicó el mantenimiento siguiendo los siguientes pasos:

1) Selección del área a diagnosticar, se realiza el diagnóstico del área, de cómo está constituida, quien es el encargado, cuantos equipos hay, aplicar los indicadores de mantenimiento, 2) Identificar los problemas. 3) La planificación, programación, externalización y control, que establecen la forma de trabajo del área de mantenimiento.

Marrero, Vilalta y Martínez (2019) en las etapas para implementar el plan de mantenimiento establece: 1) Diagnóstico de la entidad objeto de estudio, se evalúan tres aspectos funciones de los clientes, elecciones tecnológicas, conjunto de clientes en donde se identifican las amenazas, fortalezas, debilidades y principales fallos asociados a las tecnologías; 2) Balance de necesidades con disponibilidad, evalúa la cantidad necesaria de trabajadores para el área, cantidad de piezas de repuestos, 3) elaboración del plan de mantenimiento, se establece el flujo de información, se programan las actividades del mantenimiento, 4) control del mantenimiento, se conoce como la etapa de auditoria, contiene a los indicadores de evaluación del mantenimiento.

Entre los modelos para el mantenimiento preventivo Kiran (2018) los ocho pilares de TPM (mantenimiento total), tal como lo enfatizan los japoneses, son el modelo TPM, que considera ocho pilares:

La mejora enfocada (Kaizen); el mantenimiento planificado que aumenta la disponibilidad de los equipos y reduce las averías de las máquinas; el Control inicial; la educación y entrenamiento que implica la formación de trabajadores autónomos que tengan habilidad y técnicas para el mantenimiento autónomo; el mantenimiento autónomo (Jishu Hozen) se refiere a mantener el equipo por uno mismo el mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen) el mantenimiento de calidad es el establecimiento de condiciones de la máquina que no permitirán la aparición de defectos, y se requiere el control de dichas condiciones para mantener el cero defecto; oficina de trabajo eficiente que elimine pérdidas y por último la seguridad, higiene que se centra en genera un lugar de trabajo seguro y saludable donde no ocurran accidentes, descubrir y mejorar las áreas peligrosas (Kiran 2018).

La disponibilidad por fallas, se entiende como el porcentaje de tiempo que un equipo está apto para su uso, en base a la suma del tiempo por paradas imprevistas, fallas e incidencias de los equipos y activos físicos (Toro 2018).

La disponibilidad se calcula al dividir el tiempo medio entre fallos (TMEF) y la sumatoria del tiempo medio entre fallos (TMEF) y el tiempo medio de reparación (TMDR) (Trinchet et al. 2021)

Por lo tanto, los indicadores de la disponibilidad son dos: tiempo medio entre fallos (TMEF) y el tiempo medio de reparación (TMDR). El TMEF es el tiempo medio entre fallos, es la diferencia de las horas totales en operación y el tiempo averías sobre el número total de mantenimientos correctivos. Y tiempo medio entre fallos (TMEF) y el tiempo medio de reparación (TMDR). Es el tiempo total disponibles menos el tiempo de paradas y el número de paradas (Trinchet et al. 2021).

Trout (2018) establece una escala valorativa de la disponibilidad de los equipos, cuando es menor al 40% es bajo, además es poco común en las empresas industriales y se necesitan empezar con una mejora y medidas para aumentar el rendimiento, cuando se encuentra entre 41% a 60% hay un valor discreto y las empresas, necesitan mejorar, de 61% a 80% valor promedio que buscan las

empresas en sus máquinas, de 81% a 100% significa que en la empresa hay una excelente disponibilidad de los equipos y se elimine la inactividad de los equipos y las paradas inesperadas.

Mobley (2019) La disponibilidad es el tiempo real en que la máquina o el sistema es capaz de producir como porcentaje del tiempo total de producción planificado. La tasa de disponibilidad no debe confundirse con la disponibilidad general. Este último se calcula utilizando el tiempo natural total como divisor, no el tiempo de producción planificado. La mayoría de las plantas no tienen una función de ingeniería de confiabilidad formal ni tienen programas que aborden directamente los problemas de confiabilidad. En algunos casos, los programas de gestión de calidad y mantenimiento del producto reconocen que la confiabilidad del equipo es un problema. Sin embargo, estos programas no incluyen programas específicos que mejorarán la confiabilidad. En parte, esta omisión se debe a nuestra incapacidad para asignar la responsabilidad por la confiabilidad del equipo. El mantenimiento tiene un papel importante; pero también lo hacen la producción, la ingeniería de planta, las compras, las ventas y la capacitación. Cada una de estas funciones de la planta tiene un impacto directo en el rendimiento.

Las malas prácticas de mantenimiento se perciben como el factor dominante que limita la capacidad de producción, la calidad del producto y la rentabilidad. En algunos casos, esta percepción es válida; pero la mayoría de los problemas de confiabilidad que afectan adversamente el desempeño de la planta no son atribuibles a un mantenimiento deficiente. Muchos de los problemas de mantenimiento percibidos están realmente fuera de la función de mantenimiento. Los procedimientos operativos inadecuados, el diseño deficiente o la programación incorrecta de la producción son las fuentes reales de muchos problemas de confiabilidad de la planta. Estas funciones de planta también deben asumir un papel activo en la confiabilidad del equipo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Tipo aplicada, el (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC 2020) define este tipo de estudio como aquel que se encarga de buscar dar solución a un problema, en este caso mejorar la disponibilidad a través de un plan de mantenimiento preventivo.

Enfoque cuantitativo, (Ñaupas et al. 2018) cuanta con un método claro y estructurado cuya finalidad es demostrar una hipótesis por medio de datos numéricos.

Diseño de investigación

No experimental – transversal – descriptivo

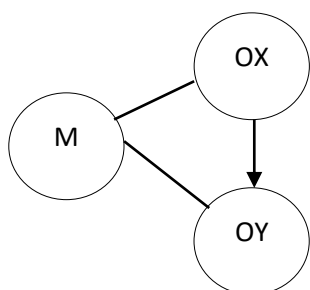
El estudio no experimental, establece la evaluación de variables, categorías, sin la intervención del investigador, sino se limita a la observación.

Transversal, recopila la información en un solo momento.

El estudio descriptivo implica el estudio las características y propiedades de un hecho o categoría (Hernández, Fernández y Baptista 2014)

Figura 1

Diseño de la investigación



Donde

M: Muestra (montacargas)

Ox: Plan de mantenimiento preventivo

Oy: Disponibilidad

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Mantenimiento preventivo

Mehta y Reddy (2015) es donde se implementan actividades de mantenimiento de manera más eficaz al programar paradas periódicas para inspección y reemplazo de piezas en función de los historiales de reparación de equipos.

Para García (2012) el mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones planeadas para operar las máquinas así poder evitar averías y tiempo de paradas inesperadas, con ello sigan operando de forma eficiente y segura.

En el mantenimiento preventivo se debe realizar inspecciones programadas y periódicas, se puede cambiar componentes, configurar, reparar, cambio de aceite permitiendo mayor tiempo de funcionamiento. (Aguar et al. 2014).

Variable dependiente: Disponibilidad

Tiempo que está funcionando un equipo respecto a la duración total durante el periodo que se considera debe funcionar. Esta variable se establece en porcentaje (Rojo et al. 2016).

La disponibilidad mide el porcentaje del tiempo total que estará disponible para realizar la función programada (Montilla , 2016).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La población del estudio fueron los montacargas de la empresa que son un total de 9.

- **Criterios de inclusión:**

Montacargas perteneciente a empresas que se encuentran en Chiclayo

Montacargas que han tenido mantenimientos en el último año.

- **Criterios de exclusión:**

Montacargas de empresas fuera de Chiclayo.

Demás maquinarias como los tractores, apiladores y retroexcavadoras.

Muestra

El muestreo aplicado es no probabilístico, por conveniencia, por lo que la muestra estuvo compuesta igual que la población es decir los 9 montacargas.

Unidad de análisis

Cada montacargas de la empresa de servicio de alquiler.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos:

Análisis documental

La técnica de análisis documental consiste en la revisión de datos, de fuentes primarias para poder recopilar la información. Hernández, y otros (2014).

Instrumento de recolección de datos:

Ficha de recolección de datos

Contiene la información de las paradas de los equipos, número de fallas, tiempo de reparación, así poder detectar los problemas que ayuden al mantenimiento preventivo.

3.5 Procedimientos

Se solicitó la autorización de la empresa para poder acceder y se recopiló la información, con la aprobación de la empresa, se accedió a la población general de los montacargas y se estableció la muestra, posteriormente se realizó la observación a fin, se realizó el cálculo de las averías de los montacargas, y se aplicó las fórmulas de disponibilidad de equipos, luego se presentaron los resultados y por último se estableció las estrategias de mejora con el mantenimiento.

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados obtenidos se realizaron por medio del software de hojas de cálculo Microsoft Excel donde se aplicó la fórmula de la disponibilidad de los montacargas, por cada uno de sus indicadores y en base a los objetivos del estudio.

3.7. Aspectos éticos

Principio de Beneficencia y No Maleficencia, el investigador velará por asegurar un mayor beneficio y evitar los riesgos en los activos de la empresa.

Confidencialidad no se revelará la información obtenida de la empresa, lo cual es utilizada solo con fines de estudio. Además, se conservará la información hasta la sustentación del estudio.

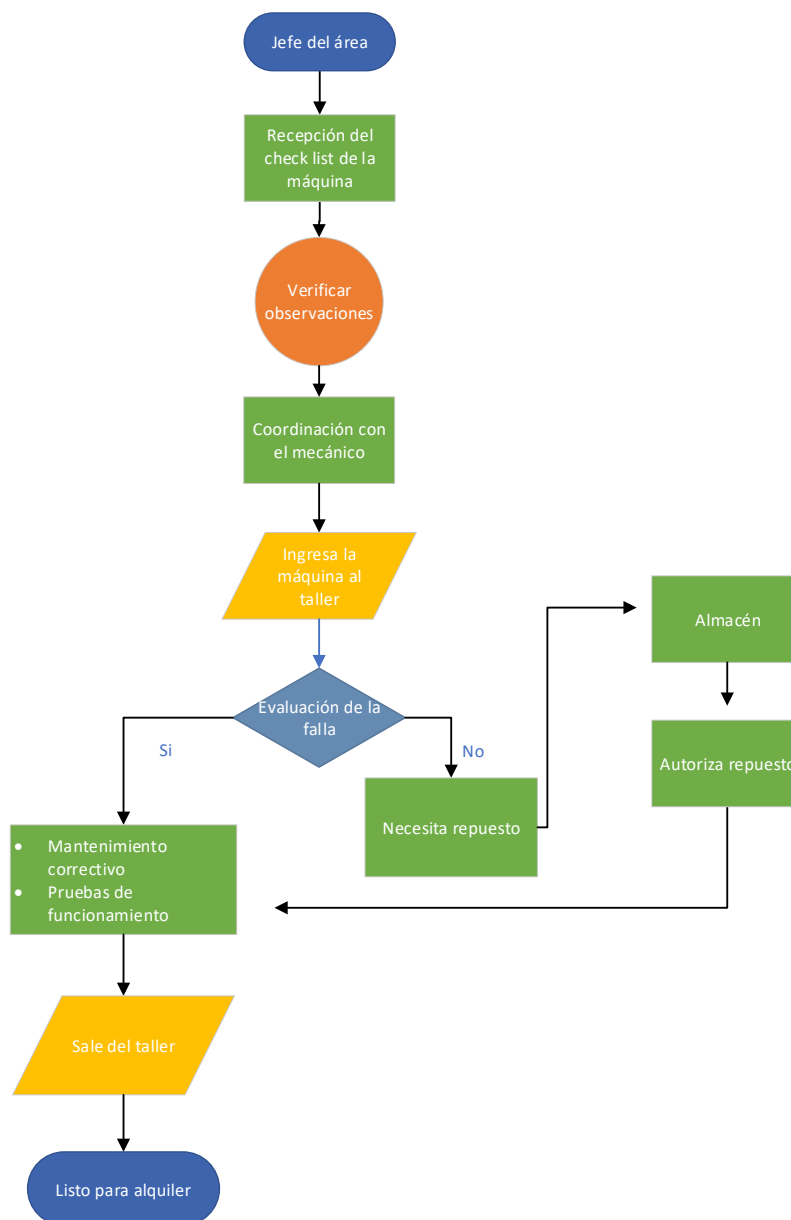
La autenticidad de la información estará respaldada por el programa Turnitin y por lo tanto verificará que es un estudio propio.

IV. RESULTADOS

4.1. Situación actual de la disponibilidad de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler.

A fin de que se represente el proceso actual del mantenimiento de los montacargas se empleó un flujograma de procesos de la empresa.

Figura 1. Flujograma del proceso actual de atención del mantenimiento.



Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra el reporte de fallas inicial el cual se obtuvo con la herramienta de la Ficha de recolección de datos, se realizó en los meses de enero a abril (ver anexo 8).

Tabla 1. Descripción de los montacargas de enero a abril 2022

MAQUINARIA	HR. TRABAJADAS DEL MONTACARGA	Nº DE REPARACIONES DE MONTACAGA	HR. DE REPARACIÓN
MONTACARGA KOMATSU (10 TN)	637.9	34	248
MONTACARGA STILL (8 TN)	700	25	117
MONTACARGA HANGCHA (8 TN)	481.5	25	171
MONTACARGA HELI (6 TN)	233.1	14	85
MONTACARGA TOYOTA (3 TN)	383.3	28	134
MONTACARGA NISSAN (3 TN)	556.7	26	155
MONTACARGA CATERPILLAR (3 TN)	433.1	19	143
MONTACARGA YALE (3 TN)	387.4	22	158
MONTACARGA CROWN (3 TN)	704.7	25	114

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla 1, el montacarga de marca Crown de 3 TN el total de horas trabajadas en los meses de enero a abril 2022 es de 704.7 horas siendo la maquinaria con más tiempo de trabajo, no obstante, el montacarga de marca Heli de 6 TN con un total de 233.1 horas en el mismo periodo es la maquinaria con menos tiempo de trabajo.

El montacarga de marca Komatsu de 10 TN en el periodo de enero a abril 2022 se realizaron 34 mantenimientos preventivos, a diferencia del montacarga de marca Heli de 6 TN el cual ingresó en 14 oportunidades para su mantenimiento.

El montacarga de marca Komatsu de 10 TN en el periodo de enero a abril 2022 es la maquinaria con más horas de reparación con 248, a diferencia del montacarga de marca Heli de 6 TN solo estuvo en mantenimiento 85 horas.

Tabla 2. Descripción de la disponibilidad inicial de los montacargas de enero a abril 2022

MTBF: tiempo medio entre fallas (hrs.)	MTTR: tiempo medio entre reparaciones (hrs.)	Tasa de falla	% Disponibilidad
20.72	6.08	0.05	77.32%

Fuente: elaboración propia (ver Anexo 08)

Se observa en la tabla 2, la disponibilidad inicial de los nueve montacargas se calculó con el tiempo medio entre fallas entre el tiempo medio entre fallas más el tiempo medio de reparación por el 100%. Se comprobó que la disponibilidad inicial es de 77.32%, el tiempo medio entre fallas 20.72, el tiempo medio entre reparaciones es de 6.08, la tasa de falla es 0.05% fallas/hora en el sistema de los montacargas.

4.2. Propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler.

Título: Plan de Mantenimiento Preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler.

Se elaboró de acuerdo con el manual de fabricante, del operario y con la ayuda de los técnicos encargados en dar mantenimiento a las máquinas.

1. Objetivo general

Asegurar la disponibilidad de los montacargas.

1.1. Objetivos específicos

- Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo de acuerdo al manual del fabricante.
- Ejecutar capacitaciones a los operarios de los montacargas.
- Elaborar el Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF).

2. Políticas de mantenimiento

a) Empresa propietaria

- La empresa propietaria es aquella que tiene a su cargo el uso de la maquinaria (Montacarga)
- La empresa propietaria deberá seguir las medidas de seguridad e instrucciones de uso.
- La empresa propietaria es la encargada de capacitar al personal e inducir para que todo el personal este familiarizado con las normas de seguridad.

- Planificar y llevar los controles periódicos dos semanas antes del kilometraje indicado

b) Especialista

- Mecánico de la empresa de servicio de alquiler.
- Calificación demostrada en mecánica
- Experiencia de 1 año en equipos de transporte y de carga
- Encargado de ejecutar el mantenimiento de control periódicos de seguridad.
- Estar familiarizado con las normas de mantenimiento preventivo
- determinar el estado crítico y seguridad de los equipos industriales
- Sellar las ordenes de mantenimiento
- Solicitar los repuestos al área autorizada

c) Conductor

- Debe ser conducido por mayores de 18 años
- El conductor debe haber recibido clases de conducción y tener brevet A1
- Ser acreditado por la empresa propietaria o representante autorizado
- Mostrar conocimiento sobre el manejo de montacargas
- Utilizar equipos de de protección (chaleco, zapato de acero y casco)
- Informar de algún desperfecto o riesgo del equipo
- Mantener en buen estado las montacargas
- No estacionar las montacargas en lugares que bloquen en tránsito o salidas de emergencia.
- Prohibir el uso de la montacargas de personas no autorizadas
- Comunicar el kilometraje recorrido al representante de la empresa propietaria

3. Plan de mantenimiento para los montacargas

A continuación, se muestra el plan de mantenimiento preventivo de acuerdo a los distintos componentes en base a las especificaciones del manual de fabricante.

Tabla 3. Plan de mantenimiento preventivo para los montacargas

SISTEMA	COMPONENTES	Primeras 250 hrs.	Horas de trabajo				Mantenimiento
			500	1000	2000	3000	
MOTOR	Sustituir aceite del motor	x	x				Preventivo
	Sustituir filtro del aceite del motor	x	x				Preventivo
	Verificar distribuidor de encendido	x	x				Preventivo
	Comprobar las bujías	x	x				Preventivo
	Sustituir las bujías				x		Preventivo
	Comprobar las correas	x	x				Preventivo
	Sustituir las correas					x	Preventivo
	Verificar las fugas del sistema de GLP	x	x				Preventivo
	Limpiar el filtro GLP	x	x				Preventivo
	Ajustar el punto de encendido	x	x				Preventivo
	Vaciar el reductor de presión y la electroválvula GLP		x				Preventivo
	Sustituir el filtro GLP		x				Preventivo
	Sustituir el Kit de reparación del sistema GLP				x		Preventivo
	limpiar el filtro de aire	x	x				Preventivo
	Sustituir el filtro de aire				x		Preventivo
	Ajustar las válvulas del motor	x	x				Preventivo
Verificar los tubos del sistema de refrigeración	x	x				Preventivo	
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Limpiar el radiador	x	x				Preventivo
	Sustituir el líquido de refrigeración					x	Preventivo
TRANSMISIÓN	Sustituir el filtro de aceite de transmisión			x		x	Preventivo

	Sustituir el aceite de transmisión		x	x		x	Preventivo
	Sustituir el aceite del diferencial			x		x	Preventivo
EJE DIRECCIONAL DE LA RUEDA	Lubricar los rodamientos de la rueda trasera	x	x				Preventivo
	Lubricar las juntas del eje de dirección	x	x				Preventivo
	Comprobar la presión de los neumáticos	x	x				Preventivo
CINTURÓN DE SEGURIDAD	Verificar las condiciones del cinturón de seguridad	x	x				Preventivo
TORRE DE ELEVACIÓN	Comprobar el desgaste de las horquillas	x	x				Preventivo
	Engrasar los mástiles, incluido el soporte de la horquilla	x	x				Preventivo
	Lubricar los cilindros de inclinación y sus ejes						
	Comprobar y ajustar las holguras en la torre	x	x				Preventivo
	Comprobar la tensión de las cadenas y mangueras de la torre	x	x				Preventivo
	Lubricación de las cadenas	x	x				Preventivo
SISTEMA HIDRÁULICO	Comprobar el nivel de aceite en el depósito hidráulico	x	x				Preventivo
	Comprobar filtro de aceite/arandela/anillo de sellado (tapón de llenado)			x		x	Preventivo
	Cambiar el aceite del sistema hidráulico			x		x	Preventivo
SISTEMA ELÉCTRICO	Comprobar el nivel de electrolito de la batería	x	x				Preventivo
	Comprobar bocina y luces	x	x				Preventivo
	Compruebe los fusibles				x		Preventivo
SISTEMA DE FRENOS	Comprobar y ajustar el freno	x	x	x		x	Preventivo
	Comprobar y ajustar el freno de estacionamiento	x	x	x		x	Preventivo
	Comprobar el nivel del líquido de frenos	x	x	x		x	Preventivo
	Cambio de líquido de frenos			x		x	Preventivo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3, se muestra la frecuencia de mantenimiento de cada uno de los componentes de los sistemas de los montacargas, el cual muestra las operaciones de rutina que debe realizarse a las 250 hrs., 500hrs., 1000hrs, 2000hrs Y 3000 hrs., para la limpieza, ajustes cambio de aceite afinamiento de motor.

Tabla 4. Checklist de control diario para operadores.

CHECKLIST PARA REVISIÓN DE MONTACARGAS

MODELO: <input style="width: 90%;" type="text"/> SERIE: <input style="width: 90%;" type="text"/> HORÓMETRO: <input style="width: 90%;" type="text"/> FECHA: <input style="width: 90%;" type="text"/>	ÁREA: <input style="width: 90%;" type="text"/> TURNO: <input style="width: 90%;" type="text"/> OPERADOR: <input style="width: 90%;" type="text"/> HORA: <input style="width: 90%;" type="text"/>
---	---

Ítem	Sistema	COMPONENTE	CUMPLE	NO CUMPLE	NIVEL	DESGASTE	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES
1	Motor	Radiador						
		Ventilador						
		Faja del alternador						
		Bomba de agua						
		Reservorio de Refrigerantes						
		Refrigerante						
		Distribuidor						
		Filtro del motor						
		Aceite del motor						
		Filtros de aire						
		Cables de bujía						
		Bujías						
2		Aceite						

	Caja de marchas	Filtro del aceite						
		Palanca de cambios						
		Cable neutralizador						
		Alarma de retroceso						
3	Eléctrico	Panel Principal						
		Chapa de contacto						
		Llave de encendido						
		Claxon						
		Palanca de luces						
		Faros posterior pirata						
		Faros Delanteros						
		Cableado De Potencia						
		Contactador De Elevación						
		Caja de Fusibles						
		Arrancador						
		Alternador						
4	Dirección	Volante de la dirección						
		Orbitrol						
		Mangueras						
		Puente de Dirección						
		Rotulas						
		Bocinas y ejes						
		Rodajes						
		Pistón de dirección						
		Puntos de engrase						
5	Hidráulica	Tanque						
		Filtro						
		Aceite						
		Mangueras						

		Bomba						
		Block Válvula						
		Válvulas						
		Mandos hidráulicos						
		Pistones						
6	GLP	Soporte de balón de gas						
		Acoples						
		Manguera						
		Electroválvulas						
		Filtros de GLP						
		Gasificador de GLP						
		Selector de GLP						
7	Freno	Tambor de Frenos						
		Zapata de Frenos						
		Reservorio de líquido de frenos						
		Bombín de Frenos						
		Freno de estacionamiento						
8	Mástil	Rodajes						
		Seguros						
		Baquelitas Externas						
		Estructura						
		Pernos y Tuercas de Sujeción						
		Cilindro de Inclinación						
		Cilindro De Sde-Shift						
		Cilindro De Elevación						
		Mangueras Hidráulicas						
		Horquillas de carga						

		Respaldar de carga						
		Cadena de elevación de mástil						
9	Cabina	Estructura						
		Espejos						
		Base de Extintor						
		Extintor						
		Asiento del operador						
		Cinturón de Seguridad						
		Pedales						
		Ruedas posteriores						
		Ruedas delanteras						
		Aros						
		Conos de seguridad						
		Pernos de las ruedas						

Operador responsable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Cronograma de talleres de capacitación para operarios

Talleres	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Responsable
Seguridad en la máquina	17/10/2022	07:15 a. m	08:15 a. m.	Jefe de área
Buenas Prácticas de operación, con y sin carga	24/10/2022	07:30 a. m.	08:30 a. m.	Jefe de área
Mantenimiento e inspección diaria del equipo por el operador	1/11/2022	7:15 a. m	08:15 a. m.	Jefe de área

Tabla 6. Estructura del taller Seguridad en la máquina

FASES	ESTRATEGIAS DEL TALLER	MATERIALES	TIEMPO
ACTIVIDADES PERMANENTES	<ul style="list-style-type: none"> Asistencia 	<ul style="list-style-type: none"> Lista de asistencia 	10'
INICIO	<p>Motivación</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizan preguntas Se dialoga con los participantes mediante las siguientes preguntas <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué es lo primero que se le viene a la mente cuando escuchan la palabra seguridad? ✓ ¿Qué opinan sobre la seguridad de la máquina? <p>Problematización</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Conocen de las consecuencias de la falta de seguridad en el manejo de las máquinas? <p>Propósito y desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> Se abordará sobre la importancia, las causas y consecuencias de la seguridad en la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación 	10'
DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del video: Normas de seguridad para operar un monta cargas https://www.youtube.com/watch?v=PqKvuHG9Iq8&ab_channel=Maguinariapesadadeim 		

	<p>er</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se presentan la PPT de las normas de seguridad • Se muestra estadísticas de accidentes en el manejo de montacargas. • Taller, se agrupa en un grupo de 3 y elaboran una lista de principales accidentes con los montacargas, identifican las causas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas A4. • PPT • Videos 	60'
CIERRE	<p>Evaluación</p> <p>Se entrega a los participantes una hoja para evaluar lo aprendido en el taller N°1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué aprendieron sobre la seguridad en las máquinas? ✓ ¿Qué recomendaciones darían a la empresa para mejorar la seguridad en las máquinas? 		10'

Tabla 7. Estructura del taller Buenas Prácticas de operación, con y sin carga.

FASES	ESTRATEGIAS DEL TALLER	MATERIALES	TIEMPO
ACTIVIDADES PERMANENTES	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de asistencia 	10'
INICIO	<p>Motivación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se dialoga con los participantes mediante las siguientes preguntas <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué saben sobre las buenas prácticas de operación? ✓ ¿Cómo manejar una carga de manera segura? <p>Problematización</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las recomendaciones en el uso del montacargas? 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación 	10'

	Propósito y desarrollo <ul style="list-style-type: none"> Se abordará sobre la importancia, las causas y consecuencias las buenas prácticas de operación. 		
DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del video: Cómo hacer un mejor uso del montacargas https://www.youtube.com/watch?v=TIspO1pDpg8&ab_channel=CEMEXM%C3%A9xico. Se presentan la PPT de las buenas prácticas de operación. Taller, se agrupa en un grupo de 3 y elaboran una lista de como cargar, transportar, descargar la mercadería. 	<ul style="list-style-type: none"> Hojas A4. PPT Videos 	60'
CIERRE	Evaluación Se entrega a los participantes una hoja para evaluar lo aprendido en el taller N°2: <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué aprendieron sobre las buenas prácticas de operación? ✓ ¿Cuáles son los peligros de los pesos inadecuados de carga? 		10'

Tabla 8. Estructura del taller Mantenimiento e inspección diaria del equipo por el operador

FASES	ESTRATEGIAS DEL TALLER	MATERIALES	TIEMPO
ACTIVIDADES PERMANENTES	<ul style="list-style-type: none"> Asistencia 	<ul style="list-style-type: none"> Lista de asistencia 	10'
INICIO	Motivación <ul style="list-style-type: none"> Se dialoga con los participantes mediante las siguientes preguntas <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Cada que tiempo se debe dar mantenimiento a un montacarga? ✓ ¿Principales indicadores en el área de mantenimiento? 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación 	10'

	<p>Problematización</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuándo se realiza la inspección de seguridad y mantenimiento a los montacargas? <p>Propósito y desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se abordará sobre mantenimiento e inspección de máquinas. 		
DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del video: Inspección del montacargas https://www.youtube.com/watch?v=9I1Y4wuZ8&ab_channel=Certifica • Se presentan la PPT del mantenimiento e inspección de los montacargas. • Taller, se agrupa en un grupo de 3 y elaboran un Checklist de mantenimiento, elaboran un árbol de fallas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas A4. • PPT • Videos 	60'
CIERRE	<p>Evaluación</p> <p>Se entrega a los participantes una hoja para evaluar lo aprendido en el taller N°3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué aprendieron sobre el mantenimiento e inspección diaria de los montacargas? ✓ ¿Cuáles son los puntos a revisar en una inspección diaria? 		10'

4. Análisis de modo y efecto de fallas

A continuación, se muestra la herramienta AMEF que permitirá establecer cuáles son las fallas mas comunes de los componentes de los montacargas.

Tabla 9. Principales fallas de los componentes del motor

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
MOTOR	Radiador	Persianas del radiador dobladas o dañadas.	sobrecalentamiento o del motor	OPERACIONAL	Cambiar el radiador.
	Ventilador	Aletas rotas	sobrecalentamiento o del motor	OPERACIONAL	Cambiar el ventilador
	Faja del alternador	Faja deshilachada o estirada	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Cambiar Faja
	Bomba de agua	Sonidos y Fuga de agua.	sobrecalentamiento o del motor	OPERACIONAL	Cambiar bomba de agua
	Reservorio de Refrigerantes	Fugas de agua	Bajo nivel de refrigerante	OPERACIONAL	Cambiar del reservorio
	Refrigerante	Refrigerante de mala calidad	sobrecalentamiento o del motor	OPERACIONAL	Usar refrigerantes con aditivos.
	Distribuidor	Desgaste de los contactos	Pérdida de corriente	FALLA	Cambiar los contactos y la tapa del distribuidor
	Filtro del motor	Filtro obstruido	Perdida de aceite	FALLA	Mantenimiento Preventivo

	Aceite del motor	Aceite inadecuado	Pérdida de Lubricación	FALLA	Mantenimiento Preventivo
	Filtros de aire	Filtro obstruido o roto	Dificultad para el ingreso del aire	OPERACIONAL	Mantenimiento Preventivo
	Cables de bujía	Cables de bujías rotos	Pérdida de corriente	FALLA	Cambiar los cables de las bujías.
	Bujías	Desgaste del electrodo	Pérdida de corriente	FALLA	Cambiar las bujías.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Principales fallas de los componentes de la caja de marchas

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
CAJA DE MARCHAS	Aceite	Aceite inadecuado	Pérdida de Lubricación	FALLA	Mantenimiento Preventivo
	Filtro del aceite	Filtro obstruido	Perdida de aceite	FALLA	Mantenimiento Preventivo
	Palanca de cambios	Articulación con desgaste	No accionamiento de los cambios	FALLA	Cambiar la palanca
	Cable neutralizador	Cable estirado o roto	No neutraliza	OPERACIONAL	Cambiar el cable neutralizador
	Alarma de retroceso	La alarma no funciona	Pérdida de sonido	OPERACIONAL	Cambiar la bocina de retroceso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Principales fallas de los componentes del sistema eléctrico

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
ELÉCTRICO	Panel Principal	Panel roto	No encienden los testigos eléctricos.	OPERACIONAL	Cambiar el panel
	Chapa de contacto	Chapa averiada	Se queda trabado	OPERACIONAL	Cambiar la chapa de contacto
	Llave de encendido	Llave con desgaste	Accionamiento con dificultad	FALLA	Cambiar la llave
	Claxon	Platinos con desgaste	Falta de sonido de claxon	OPERACIONAL	Cambiar la bocina del claxon
	Palanca de luces	Contactos con desgaste	Fallos contactos	OPERACIONAL	Cambiar la palanca de luces
	Faros posterior pirata	Faros rotos	No enciende	OPERACIONAL	Cambiar faros
	Faros Delanteros	Faros rotos	No enciende	OPERACIONAL	Cambiar faros
	Cableado De Potencia	Cables averiados	Recalentamiento de los cables	FALLA	Cambiar los cables.
	Contactador De Elevación	Contactador averiado	Falso contacto	OPERACIONAL	Cambiar el contactor completo
	Caja de Fusibles	Caja de fusibles averiada	Recalentamiento de los fusibles	FALLA	Cambiar la caja de fusibles.
	Arrancador	Arrancador averiado	Pérdida de fuerza de giro	OPERACIONAL	Reparar el arrancador
	Alternador	Alternador averiado	Pérdida de carga	OPERACIONAL	Reparación del alternador

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Principales fallas de los componentes del sistema de dirección

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
DIRECCIÓN	Volante de la dirección	Sonidos extraños	Rodamientos averiados	OPERACIONAL	Cambiar los rodamientos
	Orbitrol	Orbitrol averiado	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación del Orbitol
	Mangueras	Mangueras rajadas	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Cambiar las mangueras
	Puente de Dirección	Sonidos extraños	Rodamientos, pines y bocinas en mal estado	FALLA	Reparación del puente de la dirección
	Rotulas	Rotula averiada	Vibraciones	OPERACIONAL	Cambiar la rotula
	Bocinas y ejes	Ejes y bocinas en mal estado	Vibraciones	OPERACIONAL	Cambiar ejes y bocinas
	Rodajes	Sonidos extraños	Vibraciones	OPERACIONAL	Cambiar rodajes.
	Pistón de dirección	Pistón averiado	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación del pistón
	Puntos de engrase	Puntos rotos	No ingresa la grasa	OPERACIONAL	Cambiar las graseras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Principales fallas de los componentes del sistema hidráulico

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
HIDRÁULICA	Tanque	Tanque roto	Pérdida de aceite	OPERACIONAL	Cambiar el tanque
	Filtro	Filtro obstruido	Perdida de aceite	FALLA	Mantenimiento Preventivo
	Aceite	Aceite inadecuado	Pérdida de Lubricación	FALLA	Mantenimiento Preventivo
	Mangueras	Mangueras rajadas	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Cambiar las mangueras
	Bomba	Sonidos extraños	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación de la bomba
	Block Válvula	Block averiado	Pérdida de aceites	OPRACIONAL	Reparación del block
	Válvulas	Demora para accionar	Sonidos extraños	FALLA	Lubricación de los pines.
	Mandos hidráulicos	Mandos averiados	Los mandos se traban	FALLA	Lubricación de las articulaciones
	Pistones	Pistón averiado	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación del pistón

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Principales fallas de los componentes del sistema de freno

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
FRENO	Tambor de Frenos	Tambor con desgaste	Dificultad para frenar	FALLA	Cambiar los tambores.
	Zapata de Frenos	Desgaste de Zapatas	Dificultad para frenar	FALLA	Cambiar las zapatas
	Reservorio de líquido de frenos	Reservorio rajado	Pérdida de líquido	OPERACIONAL	Cambiar el reservorio
	Bombín de Frenos	Bombín averiado	Pérdida de líquido	OPERACIONAL	Reparación de bombín
	Freno de estacionamiento	Freno no acciona	Dificultad para frenar	OPERACIONAL	Cambiar el cable del freno

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Principales fallas de los componentes del mástil

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
MÁSTIL	Rodajes	Rodaje averiado	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Cambiar los rodajes
	Seguros	Seguros averiados	Seguros rotos	OPERACIONAL	Cambiar los seguros
	Baquelitas Externas	Desgaste	Sonidos extraños	FALLA	Cambiar las baquelitas
	Estructura	Estructura averiada	Partes rajadas	OPERACIONAL	Reparación de la estructura
	Pernos y Tuercas de Sujeción	Pernos y Tuercas flojos	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Ajuste de frenos y tuercas
	Cilindro de Inclinación	Pistón averiado	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación del pistón
	Cilindro De Sde-Shift	Pistón averiado	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación del pistón
	Cilindro De Elevación	Pistón averiado	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Reparación del pistón
	Mangueras Hidráulicas	Mangueras rajadas	Pérdida de aceites	OPERACIONAL	Cambiar las mangueras
	Horquillas de carga	Desgate de las horquillas	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Reparación de las horquillas.
	Respaldar de carga	Sonidos extraños	Vibraciones	OPERACIONAL	Ajuste de los pernos
	Cadena de elevación de mástil	Cadena con desgaste	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Ajuste de las cadenas

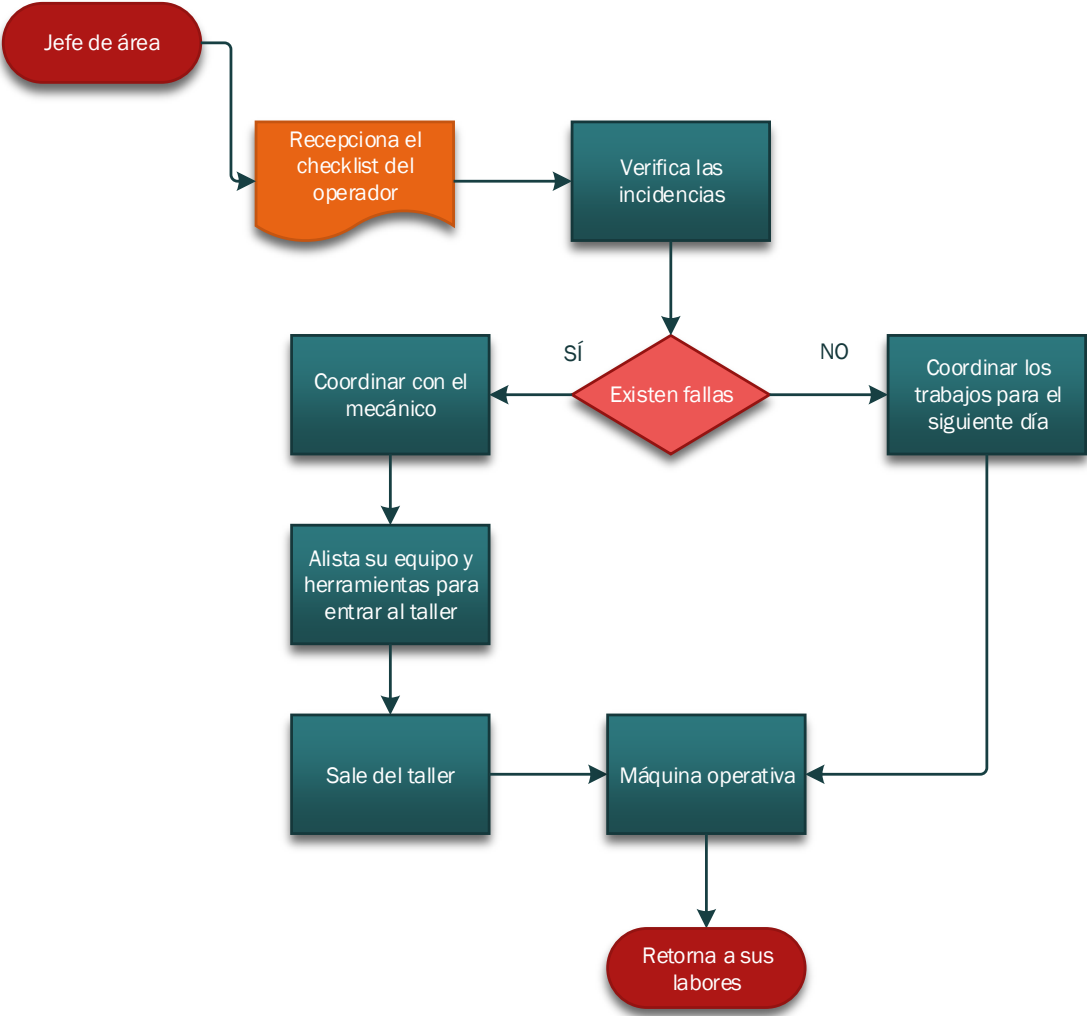
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Principales fallas de los componentes de la cabina

SISTEMA	COMPONENTE	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA	ACCION RECOMENDADA
CABINA	Estructura	Estructura averiada	Partes rajadas	OPERACIONAL	Reparación de la estructura
	Espejos	Espejo roto	Espejo descolgado	OPERACIONAL	Cambiar espejo
	Base de Extintor	Base desoldado	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Reparación de la base
	Extintor	Extintor averiado	Manómetro roto	OPERACIONAL	Cambiar manómetro
	Asiento del operador	Respaldar averiado	Articulaciones trabadas	OPERACIONAL	Lubricación de todas las articulaciones.
	Cinturón de Seguridad	Cinturón averiado	El seguro de enganche se queda trabado	OPERACIONAL	Cambiar el cinturón
	Pedales	Pedales averiados	Sonidos extraños	OPERACIONAL	Lubricación de las articulaciones.
	Ruedas posteriores	Ruedas con desgaste	Los bordes de las ruedas rajadas o con cortes	OPERACIONAL	Cambiar las ruedas.
	Ruedas delanteras	Ruedas con desgaste	La máquina patina	OPERACIONAL	Cambiar las ruedas.
	Aros	Aros averiados	Vibraciones	OPERACIONAL	Reparar los aros.
	Conos de seguridad	No tiene conos	No tiene conos	OPERACIONAL	Implementar conos de seguridad.
	Pernos de las ruedas	Pernos rotos	Vibraciones.	OPERACIONAL	Cambiar los pernos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Flujograma de solución de fallas



Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Cronograma de ejecución del plan de mantenimiento preventivo

Estrategia	Acción	Cronograma 2022- 2023				
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Plan de capacitaciones	Capacitar personal	x	x	x		
Implementar del CHECKLIST	Elaborar formato	x				
	Impresión de formatos	x	x	x	x	x
	Taller de inducción	x				
Plan de mantenimiento preventivo	Elaboración y comunicación de políticas de mantenimiento	x				
	Elaboración de cuadro de mantenimiento preventivo	x				
	Viáticos	x	x	x	x	x
	Entrega de manuales	x	x			
Elaboración del cuadro de fallas	Elaborar de cuadro	x				
	Impresión	x	x	x	x	x

Tabla 18. Costo de repuestos e insumos de los 9 montacargas

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MONTACARGAS	U.M.	Cant.	Precio unitario	3 meses 500 hrs	6 meses 1000 hrs	9 meses 2000 hrs	12 meses 3000 hrs	Costo total
Fluidos								
ACEITE DE MOTOR	Gln.	36	92.6	x	x	x	x	S/ 3,333.60
REFRIGERANTE	Litro	9	229.2				x	S/ 2,062.80
ACEITE TRANSMISIÓN	Litro	18	164.4		x		x	S/ 2,959.20
ACEITE DIFERENCIAL	Litro	18	177.6		x		x	S/ 3,196.80
ACEITE HIDRÁULICO	Litro	9	631.8				x	S/ 5,686.20
LÍQUIDO DE FRENOS.	Litro	9	18.56				x	S/ 167.04
Insumos								
SOLVENTE	Litro	36	167.28	x	x	x	x	S/ 6,022.08
GRASA LÍQUIDA (CADENA)	Und.	36	69.28	x	x	x	x	S/ 2,494.08
GRASA ALBANIA (PUNTOS DE ENGRASE)	Kg.	36	41.52	x	x	x	x	S/ 1,494.72
PAÑO INDUSTRIAL	Pqt	36	34	x	x	x	x	S/ 1,224.00
TRAJE IMPERMEABLE	Und.	36	13.24	x	x	x	x	S/ 476.64
Filtros								
FILTRO ACEITE DE MOTOR	Und.	36	38.88	x	x	x	x	S/ 1,399.68
FILTRO COMBUSTIBLE	Und.	18	172.08		x		x	S/ 3,097.44
FILTRO DE BOMBA DE COMBUSTIBLE	Und.	18	27.88		x		x	S/ 501.84
BUJÍAS	Und.	9	223.52				x	S/ 2,011.68
FILTRO DE AIRE	Und.	18	93.64		x		x	S/ 1,685.52
FILTRO TRANSMISION EXTERIOR	Und.	18	151.24		x		x	S/ 2,722.32
FILTRO TRANSMISION INTERIOR (strainer)	Und.	9	250.48				x	S/ 2,254.32
FILTRO HIDRÁULICO	Und.	9	232.24				x	S/ 2,090.16
FILTRO HIDRAULICO DE TANQUE	Und.	9	114.92				x	S/ 1,034.28
COLADOR RESPIRADERO DE TANQUE.	Und.	9	414.04				x	S/ 3,726.36
Total								S/ 49,640.76

Fuente: elaboración propia

La empresa al año necesita S/ 49,640.76 en suministros para un total de 9 montacargas

Tabla 19. Costos de la propuesta

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MONTACARGAS	U.M.	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Descripción				
Plan de capacitaciones				
Capacitar personal	Persona	3	S/ 500.00	S/ 1,500.00
Pasajes	Viaje	3	S/ 200.00	S/ 600.00
Refrigerio	Persona	10	S/ 10.00	S/ 100.00
Útiles de oficina	Und.	3	S/ 20.00	S/ 60.00
Sub total				S/ 2,260.00
Implementar del CHECKLIST				
Elaborar formato	Und.	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Impresión de formatos	Und.	1500	S/ 0.20	S/ 300.00
Taller de inducción	Und.	1	S/ 300.00	S/ 300.00
Sub total				S/ 650.00
Plan de mantenimiento preventivo				
Elaboración y comunicación de políticas de mantenimiento	Und.	1	S/ 150.00	S/ 150.00
Elaboración de cuadro de mantenimiento preventivo	Und.	1	S/ 100.00	S/ 100.00
Viáticos	Mes	5	S/ 600.00	S/ 3,000.00
Entrega de manuales	Mes	2	S/ 150.00	S/ 300.00
Sub total				S/ 3,550.00
Elaboración del cuadro de fallas				
Elaborar de cuadro	Und.	1	S/ 100.00	S/ 100.00
Impresión	Mes	5	S/ 80.00	S/ 400.00
Sub total				S/ 500.00
Suministros	Und.	9	S/ 5,515.64	S/ 49,640.76
Sub Total				S/ 56,600.76
Imprevistos				S/ 2,830.038
Total				S/ 59,430.80

Tabla 20. Proyección de la disponibilidad de los montacargas después de la propuesta

MTBF: tiempo medio entre fallas	MTRR: tiempo medio entre reparaciones	Tasa de falla	% Disponibilidad
63.27	6.58	0.02	90.58%

Fuente: elaboración propia (ver Anexo 09)

Se observa en la tabla 15, la disponibilidad después de la propuesta de los nueve montacargas se calculó con el tiempo medio entre fallas entre el tiempo medio entre fallas más el tiempo medio de reparación por el 100%. La disponibilidad implementando la propuesta es de 90.58%, el tiempo medio entre fallas 63.27, el tiempo medio entre reparaciones es de 6.58, la tasa de falla es 0.02% fallas/hora en el sistema de los montacargas.

Tabla 21. Impacto de la disponibilidad de los montacargas

IMPACTO DE DISPONIBILIDAD			
DISPONIBILIDAD INICIAL TOTAL		DISPONIBILIDAD FINAL TOTAL	
77.32%		90.58%	
DISPONIBILIDAD FINAL - DISPONIBILIDAD INICIAL			
90.58%		77.32%	
		=	17.15%

Fuente: elaboración propia

La disponibilidad final de los nueve montacargas incrementó un 17.15%, después de la propuesta del plan de mantenimiento, lo cual indica beneficios para la empresa ya que reduce las paradas inesperadas y aumenta los tiempos entre fallas y los ingresos.

4.3. Evaluar el costo beneficio del plan de mantenimiento preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler.

Tabla 22. Costo de la propuesta

	Descripción	S/
1	Capacitación	2,260.00
2	Checklist	650.00
3	Plan mantenimiento	3,550.00
4	Cuadro de fallas	500.00
5	Imprevistos	2,830.038
6	Repuestos e insumos	49,640.76
	Total	59,430.80

Tabla 23. Beneficios

	Sin la propuesta			Con la propuesta			Beneficio
	Cantidad	Costo mensual	costo Anual	Cantidad	Costo mensual	costo Anual	
Aumento ingresos (17,15%) (mes)	12	23400,00	280800,00	12	27413,1	328957,20	48157,20
Ahorro combustible	12	1800,00	21600,00	12	1200,00	14400,00	7200,00
Ahorro de peajes	12	1700,00	20400,00	12	900,00	10800,00	9600,00
Ahorro en Repuestos y autopartes	12	2300,00	27600,00	12	1500,00	18000,00	9600,00
Total			350400,00			372157,20	74557,20

Calculo del B/C = $74557,20 \div 59,430.80 = S/ 1,25$

Por cada sol invertido la empresa tiene un beneficio de 1.25 soles.

V. DISCUSIÓN

El primer objetivo específico del estudio, diagnosticar la situación actual de la disponibilidad de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler, se identificó que la disponibilidad de los montacargas en el primer trimestre del 2022 fue de 77,32%, asimismo, el tiempo medio en que ocurre una falla según el MTBF fue de 20,72% y el tiempo medio entre reparaciones (MTTR=6,8 horas) (ver tabla 2). Superior al resultado de Ccapacca (2018) que mostró una disponibilidad del 64%, y fue muy cercano a lo encontrado por Velito (2019) quien encontró un 79% de disponibilidad en una empresa láctea así mismo se asemeja lo encontrado por Girón (2019) donde la disponibilidad inicial de la empresa JJC maquinarias fue de 79,75%, no obstante esto difiere de lo que encontró Vásquez (2020) quien en su diagnóstico inicial llega a encontrar en 5 máquinas de carga una disponibilidad de 88% antes de iniciar la mejora; Carranza y Rosales (2018), Callirgos (2021) con un 81%, se evidenció menor disponibilidad en las empresas que tuvieron mayor frecuencia de paradas y que demoraron en solucionar los problemas. En los hallazgos muestran el problema de la disponibilidad de los montacargas y ninguno se encontró en una disponibilidad al 100%, por lo tanto, afectar en la manipulación de la carga, desplazamiento y descarga en almacén. Además, Toro (2018) indica que los equipos están más aptos para su uso cuando no hay paradas imprevistas por las fallas e incidencias. Por su parte, Trout (2018) la disponibilidad de equipos ideal y excelente en una empresa es cuando es mayor del 80%. Por lo tanto, la empresa necesita mejorar la disponibilidad evitar la inactividad de los montacargas.

En el segundo objetivo específico, consistió en desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler, entre las principales estrategias y mejoras se enfocaron en; establecer las políticas dirigida a la empresa propietaria, al especialista y a los conductores, también se estableció el plan de mantenimiento preventivo para cada uno de los componentes de las montacargas a las 250 hrs, 500 hrs, 1000 hrs, 2000 hrs y 3000 hrs, y documentos para el registro de los controles por medio de un checklist, 3 talleres de capacitación, la herramienta AMEF para cada sistema y el flujograma

de solución de fallas. Esto se asemeja lo encontrado por Vela (2020) que también implementaron procedimientos para cada equipo, capacitación control preventivo de los suministros y piezas, Vásquez (2020) aplicó el reporte de fallas, a diferencia de Callirgos (2021) implementaron un inventario y codificaron cada una de las actividades del mantenimiento preventivo. Con el que se muestra una variabilidad de las estrategias del mantenimiento en las empresas, sobre todo han orientado sus mejoras en establecer los procedimientos de mantenimiento preventivo. Además Marrero, Vilalta y Martínez (2019) consideran al mantenimiento preventivo como una acción eficaz que consiste no sólo en mejorar, sino en conservar dichas condiciones para que los equipos a través de procesos operativo se asegure la funcionalidad de los equipos, situación que generan un gran impacto en la productividad y una mejorar financiera por la reducción de costos.

En el estudio, la disponibilidad pronosticada fue de 17,15% mayor de los estudios de Velito (2019) que incrementó en un 13% y Carranza y Rosales (2018) con un 10,12%, pero fue menor de Ccapacca (2018) estableció un incrementó en 28,40%, en el que se muestra que el incrementó se ubica en un valor intermedio de los estudios mencionados. Este incremento se logra, porque se disminuyó el tiempo en la reparación de fallas y aumento del tiempo en que suceda una falla, a causa de que el plan de mantenimiento programa las revisiones y el mantenimiento preventivo.

Por último, en el beneficio costo, se muestra un B/C de 1,25; es decir por cada sol que invierte en la empresa en el plan de mantenimiento preventivo, tiene un beneficio de 0,25. Sobre todo por los ahorros y por mayor ingresos de las horas de alquiler de las montacargas, difiere con el hallazgo de Ccapacca (2018) que obtuvo un B/C de 5,46; sobre todo se debe a la reducción de los costos del mantenimiento, antes de la propuesta 100 mil a 34 mil, demostrando que en esta investigación se posicionó el beneficio en un escenario conservador, a diferencia del otro estudio que fue un escenario optimista; sin embargo, la situación actual sobre todo la parte económica y política proyectan un crecimiento muy bajo a años antes de antes de la pandemia.

Por eso, todos los años, se debe ir actualizando el B/C de la propuesta; entre las limitaciones del estudio fue el tiempo; porque el estudio es propositivo y se llegó a proyectar los resultados de la mejora, en base a los hallazgos de otras investigaciones.

VI. CONCLUSIONES

Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para la empresa de servicios de alquiler se llega a incrementar significativamente de un 77.32% de disponibilidad inicial hasta un 90,58%.

La disponibilidad inicial de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler antes de la propuesta fue de 77,32%, con un tiempo medio entre fallas de 20,72 horas, el tiempo medio de reparación de 6,08 horas y la tasa entre fallas de 0,05.

En el plan de mantenimiento preventivo de los montacargas en la empresa de servicios de alquiler, se desarrolló el cronograma de mantenimiento preventivo de los montacargas, documentos para el registro de los controles por medio de un checklist, talleres de capacitación, la herramienta AMEF para cada sistema y el flujograma de solución de fallas.

El costo beneficio de llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo de los montacargas tiene un valor de 1,24; es decir por cada sol invertido la empresa obtiene un beneficio de 0,24 soles.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda adquirir un software para el control y monitoreo de las fallas, que permita detectar de forma predictiva dichas fallas.

Se recomienda capacitar a los operarios en temas de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a los riesgos que están expuestos al operar.

Se recomienda las actualizaciones periódicas semestrales de los formularios y que se supervisen el cumplimiento de los registros de los formularios.

Se recomienda actualizar el plan de mantenimiento de forma anual brindando retroalimentaciones determinando acciones para corregir.

REFERENCIAS

- CALLIRGOS, M.A., 2021. Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área de elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A [en línea]. Tesis de pregrado. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8534>.
- CARRANZA, C.D.P. y ROSALES, Y.A., 2018. Aplicación del mantenimiento preventivo, para mejorar la disponibilidad de flota de montacargas en la empresa Grúas Luguensi S.A.C - Chimbote, 2018 [en línea]. Tesis de pregrado. Chimbote: Universidad César Vallejo. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27822>.
- CCAPACCA, M.R., 2018. Implementación de una propuesta de Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los montacargas en una empresa manufacturera de envases metálicos, Lima 2017 [en línea]. Tesis de pregrado. Lima: Universidad César Vallejo. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23254>.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA - CONCYTEC, 2020. Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I+D). [en línea]. Lima: Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/24968/n/r.p.-097-2020-concytec-p-anexo-guia-practica-para-la-formulacion-y-ejecucion-de-proyectos>.
- CORTÉS, C.B.Y., LANDETA, J.M.I., CHACÓN, J.G.B., PEREYRA, F.A. y OSORIO, M.L., 2017. El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. Conciencia Tecnológica [en línea], no. 54. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/html/index.html>.
- DÍAZ, A., VILLAR, L., RODRÍGUEZ, A.J. y TAMAYO, J.E., 2019. Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria. DYNA, vol. 86, no. 211, pp. 208-214.
- FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2020. Forklift Truck Market Size, Growth & Trends | Forecast [2028]. Market Research Report, pp. 120.
- GIRÓN, O.J., 2019. Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los minicargadores Wacker Neuson en la empresa JJC Maquinarias S.A.C – Lima, 2019 [en línea]. Tesis de pregrado. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53664>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. Metodología de la investigación. 6ta. México: MacGraw Hill Education.
- JONG, J., 2018. Lifecycle cost and performance analysis for repair of concrete tunnels. [en línea], [Consulta: 21 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/maintenance-planning>.

- KIRAN, D., 2018. Disponibilidad de equipos: descripción general | Temas de ScienceDirect. [en línea]. [Consulta: 4 junio 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/availability-of-equipment>.
- LA ASOCIACIÓN EUROPEA DE ALQUILER (ERA), 2018. El sector del alquiler de maquinaria crecerá un 5,6% en 2017. En: Last Modified: 2017-07-12T21:33:52+00:00publisher: <https://www.posada.org/> [en línea]. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.posada.org/el-sector-de-alquiler-de-maquinaria-crecera-un-56-en-2017/>. World
- LITENG, X., 2021. Situación actual y tendencia de desarrollo futuro del mercado mundial y chino de carretillas elevadoras en 2021. Ingeniería Machinery Co., Ltd [en línea]. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <http://m.goodloader.com/info/current-situation-and-future-development-trend-62801016.html>.
- MARRERO, R.A., VILALTA, J.A. y MARTÍNEZ, E., 2019. Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. Ingeniería Industrial, vol. XL, no. 2, pp. 148-160.
- MOBLEY, K., 2019. Improving Availability Is Much More Than Maintenance. [en línea]. [Consulta: 4 junio 2022]. Disponible en: <https://www.lce.com/Improving-Availability-Is-Much-More-Than-Maintenance-1167.html>.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5ta ed. Bogotá: Ediciones de la U.
- RESEARCH AND MARKETS, 2021. Global Forklifts Market Report 2021: Market to Surpass \$50.5 Billion by 2026 - Expanding Retail Industry Generates Significant Opportunities. GlobeNewswire News Room [en línea]. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/02/08/2380653/28124/en/Global-Forklifts-Market-Report-2021-Market-to-Surpass-50-5-Billion-by-2026-Expanding-Retail-Industry-Generates-Significant-Opportunities.html>.
- ROJO, C.M., LUNA, C.M., FLORES, C.A., MEJÍA, K.R., ORELLANA, G.M., OCAS, B.P., GILIO, K.P. y PINEDO, Y.G., 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Ingeniería Industrial, no. 34, pp. 11-26. ISSN 1025-9929,.
- SALAS, L., 2021. E-commerce y sectores clave en pandemia empujarán el crecimiento de Mitsui Montacargas. El Comercio [en línea]. Lima, 19 febrero 2021. [Consulta: 15 septiembre 2022]. ISSN 1605-3052. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/peru/e-commerce-y-sectores-clave-en-pandemia-empujaran-el-crecimiento-de-mitsui-montacargas-mutsui-automotriz-almacenes-de-ultima-milla-montacargas-supermercados-farmacias-agroindustria-toyota-ncze-noticia/?ref=e-cr>.
- TORO, R., 2018. Disponibilidad total y por fallas como indicadores en la gestión de mantenimiento. [en línea]. [Consulta: 21 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.fractal.com/es/blog/disponibilidad-indicadores-gestion-mantenimiento>.

- TRINCHET, C.A., PÉREZ, R., LÓPEZ, J. y VARGAS, J.A., 2021. Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. Ingeniería Mecánica, vol. 24, no. 1, pp. 1-14. ISSN , 1815-5944.
- TROUT, J., 2018. What Is Overall Equipment Effectiveness (OEE)? [en línea]. [Consulta: 4 junio 2022]. Disponible en: <https://www.reliableplant.com/Read/11785/overall-equipment-effectiveness>.
- VASQUEZ, J.L., 2020. Análisis de fallas de los montacargas unicarriers TCM FG 25-30 de la Empresa Arca Continental Lindley para determinar su disponibilidad, Arequipa - Perú [en línea]. Tesis de pregrado. Arequipa: Universidad Autonoma san Francisco. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/319>.
- VELA, H.F., 2020. Propuesta para plan de mantenimiento preventivo a montacargas propiedad de la empresa FFACSA [en línea]. Tesis de licenciatura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>.
- VELITO, J.S., 2019. Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de carretillas elevadoras en los almacenes de una empresa láctea, Ate – Lima – Perú, 2019 [en línea]. Tesis de pregrado. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47507>.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente: Mantenimiento preventivo	Mehta y Reddy (2015) es donde se implementan actividades de mantenimiento de manera más eficaz al programar paradas periódicas para inspección y reemplazo de piezas en función de los historiales de reparación de equipos.	Se trabajará con la ficha de análisis de datos	Ejecución de Mantenimiento Preventivo.	$\text{Mantenimiento preventivo Ejecutado} = \frac{\text{n}^\circ \text{ diagnóstico de averias ejecutadas}}{\text{n}^\circ \text{ diagnóstico de averias programadas}} \times 100$	Razón
			Ejecución de trabajos	$\text{Trabajos ejecutados} = \frac{\text{Trabajos ejecutados}}{\text{Trabajos programados}} \times 100$	Razón
Variable dependiente: Disponibilidad	Tiempo que está funcionando un	Se obtiene mediante el cálculo	Tiempo medio entre fallos (MTBF)	$\frac{\sum \text{tiempo total de operaciones}}{\text{Número de fallas}}$	Razón

	<p>equipo respecto a la duración total durante el periodo que se considera debe funcionar. Esta variable se establece en porcentaje (Rojo et al. 2016).</p>	<p>porcentual de sus indicadores tiempo medio entre fallos (TMEF) y el tiempo medio de reparación (TMDR)</p>	<p>Tiempo medio de reparación (MTTR)</p>	$\frac{\sum \text{tiempo total de paradas}}{\text{Número de fallas}}$	<p>Razón</p>
			<p>Disponibilidad</p>	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$ <p>MTBF: TIEMPO ENTRE FALLAS. MTTR: TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN.</p>	<p>Razón</p>

Anexo 2. Formato de MTBF

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)					
EQUIPOS	SISTEMAS	HORAS DE PROCESOS	NUMERO DE REPARACIONES	MTBF tiempo = total de operaciones N° de fallas	MTBF POR EQUIPO

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Formato de MTTR

TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)					
EQUIPOS	SISTEMAS	HORAS DE REPARACIÓN	NUMERO DE REPARACIONES	MTTR tiempo = total de paradas N° de fallas	MTTR POR EQUIPO


Anexo 4. Formato de disponibilidad

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS					
EQUIPOS	SISTEMAS	MTBF	MTRR	$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTRR}} \times 100$	DISPONIBILIDAD POR EQUIPO

Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. Validación de ficha de recolección de datos


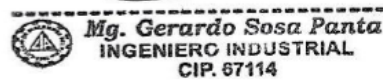
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de recolección de datos
Objetivo del instrumento	Determinar la disponibilidad de los montacargas en una empresa de servicios de alquiler.
Nombres y apellidos del experto	Severin Augusto Fahsbender Cespedes
Documento de identidad	02644838
Años de experiencia en el área	35
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	968893401
Firma	
Fecha	09/07/2022

Fuente: Juicio de experto

Anexo 6. Validación de ficha de recolección de datos

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de recolección de datos
Objetivo del instrumento	Determinar la disponibilidad de los montacargas en una empresa de servicios de alquiler.
Nombres y apellidos del experto	Gerardo Sosa Panta
Documento de identidad	03591940
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	969666758
Firma	 
Fecha	10 /07 / 2022

Fuente: Juicio de experto

Anexo 7. Validación de ficha de recolección de datos

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de recolección de datos
Objetivo del instrumento	Determinar la disponibilidad de los montacargas en una empresa de servicios de alquiler.
Nombres y apellidos del experto	MONTOYA CÁRDENAS, GUSTAVO ADOLFO
Documento de identidad	07500140
Años de experiencia en el área	6
Máximo Grado Académico	MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN ESTRATEGICA DE EMPRESAS
Nacionalidad	PERUANO
Institución	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Cargo	DOCENTE DE INVESTIGACIÓN
Número telefónico	992771824
Firma	 <small>GUSTAVO ADOLFO MONTOYA CÁRDENAS INGENIERO INDUSTRIAL Reg. CNP N° 144801</small>
Fecha	DD /MM / AAAA 11/07/2022

Fuente: Juicio de experto

Anexo 8. Descripción de la disponibilidad inicial de los montacargas – 2022

REPORTE DE FALLAS (INICIAL)										
MAQUINARIA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	HORA INICIAL	HORA FINAL	SISTEMA	CAUSA DE LA FALLA	TÉCNICO	HR. TRABAJADAS DEL MONTACARGA	Nº DE REPARACIONES DE MONTACAGA	HR. DE REPARACIÓN
MONTACARGA KOMATSU (10 TN)	2/1/2022	2/1/2022	1486,9	1570,4	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARRACIÓN DE LLANTA POSTERIOR	Nizama Alder	83,5	3	60
	6/1/2022	6/1/2022	1497,3	1585,4	SIST. HIDRÁULICO	REPARACIÓN DEL PISTON DE DIRECCIÓN DERECHO	Ramos Vladimir	88,1	2	45
	15/2/2022	15/2/2022	1510,7	1598,1	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ESPEJO LATERAL IZQUIERDO	Guevara José	87,4	3	6
	20/2/2022	20/2/2022	1569,9	1605,1	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. ALTERNADOR	Guevara José	35,2	4	28
	3/3/2022	5/3/2022	1558,5	1617,8	SIST. DE DIRECCIÓN	DESARMADO DE UN PISTON PARA MANTTO	Ramos Vladimir	59,3	4	20
	16/3/2022	16/3/2022	1548,5	1626,8	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. DE LUCES DELANTERAS	Nizama Alder	78,3	3	36
	28/3/2022	28/3/2022	1597,9	1635,9	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Ramos Vladimir	38	8	16
	5/4/2022	6/4/2022	1563,5	1644,3	SIST. DE MOTOR	DESMONTAJE DE TUBO DE ESCAPE	Nizama Alder	80,8	4	16
	12/4/2022	12/4/2022	1571,9	1659,2	SIST. DE MOTOR	MNTTO. DE RADIADOR	Guevara José	87,3	3	21
MONTACARGA STILL (8 TN)	6/1/2022	6/1/2022	1911,1	2019,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	108	8	16
	15/1/2022	17/1/2022	1985,7	2024,3	SIST. DE MOTOR	REPARACIÓN BOMBA DE AGUA	Ramos Vladimir	38,6	2	20
	15/2/2022	17/2/2022	1932,7	2031,2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ROTULAS DE MANDO	Nizama Alder	98,5	2	20
	19/2/2022	19/2/2022	1961,6	2049,5	SIST. DE MOTOR	CAMBIO DE BORNES A BATERÍA	Guevara José	87,9	2	4
	1/3/2022	2/3/2022	1977,9	2059,7	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO DE MANGUERA HIDRÁHULICA	Ramos Vladimir	81,8	3	15
	16/3/2022	17/3/2022	1976,5	2068,1	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Nizama Alder	91,6	2	18
	22/3/2022	22/3/2022	1975,8	2071,4	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE LLANTA DELANTERA DERECHA	Ramos Vladimir	95,6	2	12
	12/4/2022	12/4/2022	1988,2	2086,2	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO DE CLAXON	Guevara José	98	4	12
MONTACARGA HANGCHA (8 TN)	5/1/2022	7/1/2022	1966,5	2001,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO DE MANGUERA DE PASE DE GAS	Nizama Alder	34,6	4	24
	6/1/2022	6/1/2022	1965,1	2011,2	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SISTEMA DE RETROCESO	Ramos Vladimir	46,1	2	12

	16/2/2022	18/2/2022	1977,6	2025,7	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Guevara José	48,1	3	36
	21/2/2022	21/2/2022	1986,6	2034,5	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Nizama Alder	47,9	2	12
	8/3/2022	8/3/2022	1995,3	2043,1	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SIRENA DE RETROCESO	Ramos Vladimir	47,8	2	10
	20/3/2022	20/3/2022	2002,8	2055,7	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. LUCES DIRECCIONALES	Nizama Alder	52,9	3	15
	28/3/2022	28/3/2022	2016,2	2064,1	SIST. DE MOTOR	MANTTO. SISTEMA DE ARRANQUE	Ramos Vladimir	47,9	2	16
	5/4/2022	5/4/2022	2022,2	2077,4	SIST. DE MOTOR	CAMBIO MANGUERA PASE DE GAS	Guevara José	55,2	3	18
	16/4/2022	18/4/2022	2033,8	2086,2	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Ramos Vladimir	52,4	2	20
	21/4/2022	21/4/2022	2046,1	2094,7	SIST. DE MOTOR	CAMBIO MANGUERA DE DESFOGUE	Guevara José	48,6	2	8
MONTACARGA HELI (6 TN)	28/1/2022	30/1/2022	1955,5	2004,4	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO DE RODAJES DE CATILLO	Nizama Alder	48,9	2	24
	15/2/2022	15/2/2022	1978,5	2016,3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Ramos Vladimir	37,8	5	15
	11/3/2022	11/3/2022	1975,5	2028,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Guevara José	52,6	3	18
	1/4/2022	1/4/2022	1989,9	2035,2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO LLANTA DELANTERA DERECHA	Guevara José	45,3	2	12
	18/4/2022	19/4/2022	1997,8	2046,3	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. DE LUCES DELANTERAS	Ramos Vladimir	48,5	2	16
MONTACARGA TOYOTA (3 TN)	4/1/2022	4/1/2022	1597,9	1635,9	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	38	8	16
	8/1/2022	8/1/2022	1986,6	2034,5	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Nizama Alder	47,9	2	12
	17/2/2022	19/2/2022	1977,6	2025,7	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Ramos Vladimir	48,1	3	36
	20/2/2022	20/2/2022	1986,6	2034,5	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Guevara José	47,9	2	12
	23/3/2022	23/3/2022	1995,3	2043,1	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SIRENA DE RETROCESO	Nizama Alder	47,8	2	10
	25/3/2022	25/3/2022	2002,8	2055,7	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. LUCES DIRECCIONALES	Guevara José	52,9	3	15
	3/4/2022	3/4/2022	1968,2	2016,3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Nizama Alder	48,1	5	15
	16/4/2022	16/4/2022	1975,5	2028,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Ramos Vladimir	52,6	3	18
MONTACARGA NISSAN (3 TN)	6/1/2022	6/1/2022	1982,9	2031,2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ROTULAS DE MANDO	Ramos Vladimir	48,3	2	20
	10/1/2022	10/1/2022	1990,9	2058,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Nizama Alder	67,2	3	18
	19/2/2022	19/2/2022	1510,7	1598,1	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ESPEJO LATERAL IZQUIERDO	Guevara José	87,4	3	6

	28/2/2022	30/2/2022	1497,3	1585,4	SIST. HIDRÁULICO	REPARACIÓN DEL PISTON DE DIRECCIÓN DERECHO	Nizama Alder	88,1	2	45
	21/3/2022	21/3/2022	1972,7	2031,2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ROTULAS DE MANDO	Ramos Vladimir	58,5	2	20
	29/3/2022	30/3/2022	1996,9	2068,1	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Guevara José	71,2	2	18
	6/4/2022	6/4/2022	1971,1	2019,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	48	8	16
	19/4/2022	19/4/2022	1998,2	2086,2	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO DE CLAXON	Ramos Vladimir	88	4	12
MONTACARGA CATERPILLAR (3 TN)	15/1/2022	15/1/2022	1979,9	2035,2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO LLANTA DELANTERA DERECHA	Nizama Alder	55,3	2	12
	19/1/2022	21/1/2022	1987,6	2025,7	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Guevara José	38,1	3	36
	15/2/2022	15/2/2022	2053,8	2086,2	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Ramos Vladimir	32,4	2	20
	20/2/2022	20/2/2022	2002,8	2055,7	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. LUCES DIRECCIONALES	Guevara José	52,9	3	15
	11/3/2022	11/3/2022	1975,8	2071,4	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE LLANTA DELANTERA DERECHA	Ramos Vladimir	95,6	2	12
	19/3/2022	19/3/2022	1995,3	2043,1	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SIRENA DE RETROCESO	Nizama Alder	47,8	2	10
	8/4/2022	8/4/2022	1965,9	2024,3	SIST. DE MOTOR	REPARACIÓN BOMBA DE AGUA	Guevara José	58,4	2	20
	13/4/2022	13/4/2022	1975,5	2028,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Nizama Alder	52,6	3	18
MONTACARGA YALE (3 TN)	22/1/2022	22/1/2022	1956,1	2001,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO MANGUERA PASE DE GAS	Ramos Vladimir	45	3	22
	25/1/2022	25/1/2022	1968,2	2016,3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Nizama Alder	48,1	5	15
	16/2/2022	16/2/2022	2033,8	2086,2	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Guevara José	52,4	2	20
	18/2/2022	18/2/2022	1975,5	2028,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Guevara José	52,6	3	18
	17/3/2022	19/3/2022	1977,6	2025,7	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Nizama Alder	48,1	3	36
	20/3/2022	20/3/2022	1998,6	2034,5	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Ramos Vladimir	35,9	2	12
	1/4/2022	1/4/2022	2033,8	2086,2	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Nizama Alder	52,4	2	20
	8/4/2022	8/4/2022	2002,8	2055,7	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. LUCES DIRECCIONALES	Ramos Vladimir	52,9	2	15
MONTACARGA CROWN (3 TN)	22/1/2022	22/1/2022	1958,2	2016,3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	58,1	3	15
	25/1/2022	25/1/2022	1986,3	2068,1	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Ramos Vladimir	81,8	2	18
	16/2/2022	18/2/2022	1967,7	2059,7	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO DE MANGUERA HIDRÁULICA	Nizama Alder	92	3	15
	18/2/2022	18/2/2022	1997,8	2066,3	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. DE LUCES DELANTERAS	Guevara José	68,5	2	16

	17/3/2022	17/3/2022	1610,7	1798,1	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ESPEJO LATERAL IZQUIERDO	Ramos Vladimir	187,4	3	6	
	20/3/2022	20/3/2022	1976,8	2058,1	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Guevara José	81,3	2	18	
	1/4/2022	1/4/2022	1981,1	2049,1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Nizama Alder	68	8	16	
	8/4/2022	8/4/2022	1990,8	2058,4	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Ramos Vladimir	67,6	2	10	
								SUMA TOTAL	4517,7	218	1325
								MTBF: tiempo medio entre fallas	20,72		
								MTTR: tiempo medio entre reparaciones	6,08		
								Tasa de falla	0,05		
								% Disponibilidad	77,32%		

Fuente: elaboración propia

Anexo 9. Descripción de la disponibilidad de los montacargas después de la propuesta

REPORTE DE FALLAS (INICIAL)										
MAQUINARIA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	HORA INICIAL	HORA FINAL	SISTEMA	CAUSA DE LA FALLA	TÉCNICO	HR. TRABAJADAS DEL MONTACARGA	Nº DE REPARACIONES DE MONTACAGA	HR. DE REPARACIÓN
MONTACARGA KOMATSU (10 TN)	2/10/2022	4/10/2022	1586.9	1670.4	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARRACIÓN DE LLANTA POSTERIOR	Nizama Alder	83.5	2	40
	6/10/2022	8/10/2022	1599.8	1699.6	SIST. HIDRÁULICO	REPARACIÓN DEL PISTON DE DIRECCIÓN DERECHO	Ramos Vladimir	99.8	1	25
	15/10/2022	16/10/2022	1690.9	1789.7	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ESPEJO LATERAL IZQUIERDO	Guevara José	98.8	2	4
	5/11/2022	7/11/2022	1698.7	1725.5	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. ALTERNADOR	Guevara José	26.8	2	18
	15/11/2022	17/11/2022	1668.7	1797.4	SIST. DE DIRECCIÓN	DESARMADO DE UN PISTON PARA MANTTO	Ramos Vladimir	128.7	2	17
	20/11/2022	22/11/2022	1736.6	1864.5	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. DE LUCES DELANTERAS	Nizama Alder	127.9	2	26
	6/12/2022	7/12/2022	1699.8	1766.7	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Ramos Vladimir	66.9	4	6
	13/12/2022	15/12/2022	1698.6	1768.7	SIST. DE MOTOR	DESMONTAJE DE TUBO DE ESCAPE	Nizama Alder	70.1	2	8
	22/12/2022	23/12/2022	1687.7	1746.7	SIST. DE MOTOR	MNTTO. DE RADIADOR	Guevara José	59	2	16
MONTACARGA STILL (8 TN)	3/10/2022	5/10/2022	2011.1	2109.2	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	98.1	1	8

	16/10/2022 2	18/10/2022 2	2090.4	2157. 8	SIST. DE MOTOR	REPARACIÓN BOMBA DE AGUA	Ramos Vladimir	67.4	1	10
	25/10/2022 2	26/10/2022 2	1932.7	2031. 2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ROTULAS DE MANDO	Nizama Alder	98.5	1	10
	4/11/2022	7/11/2022	2023.4	2168. 7	SIST. DE MOTOR	CAMBIO DE BORNES A BATERÍA	Guevara José	145.3	1	2
	14/11/2022 2	16/11/2022 2	2090.9	2176. 5	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO DE MANGUERA HIDRÁULICA	Ramos Vladimir	85.6	2	8
	21/11/2022 2	23/11/2022 2	2076.4	2187. 2	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Nizama Alder	110.8	1	8
	6/12/2022	8/12/2022	2069.9	2155. 2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE LLANTA DELANTERA DERECHA	Ramos Vladimir	85.3	1	6
	17/12/2022 2	19/12/2022 2	2063.1	2145. 4	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO DE CLAXON	Guevara José	82.3	2	6
MONTACARGA A HANGCHA (8 TN)	6/10/2022	8/10/2022	2036.3	2110. 3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO DE MANGUERA DE PASE DE GAS	Nizama Alder	74	2	12
	13/10/2022 2	15/10/2022 2	2042.3	2101. 6	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SISTEMA DE RETROCESO	Ramos Vladimir	59.3	1	6
	24/10/2022 2	26/10/2022 2	2077.6	2105. 9	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Guevara José	28.3	2	23
	6/11/2022	8/11/2022	2056.4	2152. 3	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Nizama Alder	95.9	1	6
	12/11/2022 2	14/11/2022 2	2083.2	2176. 4	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SIRENA DE RETROCESO	Ramos Vladimir	93.2	1	5

	21/11/2022 2	23/11/2022 2	2102.8	2278. 5	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. LUCES DIRECCIONALES	Nizama Alder	175.7	2	10
	27/11/2022 2	29/11/2022 2	2134.4	2270. 2	SIST. DE MOTOR	MANTTO. SISTEMA DE ARRANQUE	Ramos Vladimir	135.8	1	8
	2/12/2022	4/12/2022	2152.1	2288. 2	SIST. DE MOTOR	CAMBIO MANGUERA PASE DE GAS	Guevara José	136.1	2	12
	11/12/2022 2	13/12/2022 2	2155.3	2277. 6	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Ramos Vladimir	122.3	1	10
	26/12/2022 2	28/12/2022 2	2164.4	2236. 4	SIST. DE MOTOR	CAMBIO MANGUERA DE DESFOGUE	Guevara José	72	1	4
MONTACARGA HELI (6 TN)	28/10/2022 2	30/10/2022 2	2015.1	2120. 5	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO DE RODAJES DE CATILLO	Nizama Alder	105.4	1	12
	15/10/2022 2	17/10/2022 2	2067.2	2121. 7	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Ramos Vladimir	54.5	3	9
	11/11/2022 2	13/11/2022 2	2067.1	2112. 3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Guevara José	45.2	2	12
	1/12/2022	3/12/2022	2038.3	2177. 3	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO LLANTA DELANTERA DERECHA	Guevara José	139	1	6
	20/12/2022 2	23/12/2022 2	2079.6	2144. 5	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. DE LUCES DELANTERAS	Ramos Vladimir	64.9	1	8
MONTACARGA TOYOTA (3 TN)	4/10/2022	6/10/2022	1637.5	1725. 2	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	87.7	4	8
	15/10/2022 2	17/10/2022 2	2016.4	2123. 2	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Nizama Alder	106.8	1	6

	7/11/2022	9/11/2022	2067.3	2142.2	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Ramos Vladimir	74.9	2	20
	17/11/2022	19/11/2022	2068.3	2153.2	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Guevara José	84.9	1	6
	27/11/2022	29/11/2022	2057.1	2154.2	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SIRENA DE RETROCESO MANTTO.	Nizama Alder	97.1	1	5
	2/12/2022	4/12/2022	2120.3	2245.3	SIST. ELÉCTRICO	LUCES DIRECCIONALES	Guevara José	125	2	10
	12/12/2022	14/12/2022	2066.1	2171.4	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Nizama Alder	105.3	3	9
	21/12/2022	23/12/2022	2067.1	2152.3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Ramos Vladimir	85.2	1	6
MONTACARGA NISSAN (3 TN)	6/10/2022	8/10/2022	2048.4	2153.1	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ROTULAS DE MANDO	Ramos Vladimir	104.7	1	10
	16/10/2022	18/10/2022	2019.4	2175.3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Nizama Alder	155.9	2	12
	26/10/2022	28/10/2022	1621.4	1747.6	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ESPEJO LATERAL IZQUIERDO	Guevara José	126.2	2	3
	8/11/2022	10/11/2022	1569.6	1678.8	SIST. HIDRÁULICO	REPARACIÓN DEL PISTON DE DIRECCIÓN DERECHO	Nizama Alder	109.2	1	25
	18/11/2022	20/11/2022	2037.3	2143.2	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ROTULAS DE MANDO	Ramos Vladimir	105.9	1	10

	27/11/2022 2	29/11/2022 2	2069.4	2186. 3	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Guevara José	116.9	1	9
	6/12/2022	8/12/2022	2077.5	2181. 7	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	104.2	4	8
	19/12/2022 2	21/12/2022 2	2089.3	2178. 5	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO DE CLAXON	Ramos Vladimir	89.2	2	6
MONTACARG A CATERPILLAR (3 TN)	5/10/2022	7/10/2022	2047.2	2183. 5	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO LLANTA DELANTERA DERECHA	Nizama Alder	136.3	1	6
	15/10/2022 2	17/10/2022 2	2077.9	2182. 3	SIST. HIDRÁULIC O	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Guevara José	104.4	2	24
	25/10/2022 2	27/10/2022 2	2115.2	2219. 1	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Ramos Vladimir	103.9	1	10
	7/11/2022	9/11/2022	2110.5	2295. 3	SIST. ELÉCTRICO	LUCES DIRECCIONALE S	Guevara José	184.8	2	10
	17/11/2022 2	19/11/2022 2	2047.6	2177. 1	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE LLANTA DELANTERA DERECHA	Ramos Vladimir	129.5	1	6
	27/11/2022 2	29/11/2022 2	2049.1	2173. 5	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. SIRENA DE RETROCESO	Nizama Alder	124.4	1	5
	2/12/2022	4/12/2022	2046.3	2184. 2	SIST. DE MOTOR	REPARACIÓN BOMBA DE AGUA	Guevara José	137.9	1	10
	12/12/2022 2	14/12/2022 2	2077.2	2158. 6	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Nizama Alder	81.4	2	12
MONTACARG A YALE (3 TN)	2/10/2022	4/10/2022	2035.2	2171. 6	SIST. DE MOTOR	CAMBIO MANGUERA PASE DE GAS	Ramos Vladimir	136.4	1	11

	6/10/2022	8/10/2022	2066.1	2161.7	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Nizama Alder	95.6	2	10
	15/10/2022	16/10/2022	2173.6	2248.5	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN	Guevara José	74.9	1	10
	5/11/2022	7/11/2022	2037.3	2152.4	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Guevara José	115.1	2	12
	15/11/2022	17/11/2022	2037.1	2152.2	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO 02 RODAJES DE CASTILLO	Nizama Alder	115.1	2	24
	20/11/2022	22/11/2022	2029.4	2164.3	SIST. ELÉCTRICO	CAMBIO FARO LUZ POSTERIOR IZQUIERDO	Ramos Vladimir	134.9	1	6
	6/12/2022	7/12/2022	2153.1	2226.1	SIST. DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN ROTULA DIRECCIÓN MANTTO.	Nizama Alder	73	1	10
	13/12/2022	15/12/2022	2120.7	2125.3	SIST. ELÉCTRICO	LUCES DIRECCIONALES	Ramos Vladimir	4.6	1	8
MONTACARGA CROWN (3 TN)	6/10/2022	8/10/2022	2068.4	2111.1	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Guevara José	42.7	2	10
	13/10/2022	15/10/2022	2036.1	2136.4	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Ramos Vladimir	100.3	1	9
	24/10/2022	26/10/2022	2066.3	2175.1	SIST. HIDRÁULICO	CAMBIO DE MANGUERA HIDRÁULICA	Nizama Alder	108.8	2	10
	6/11/2022	8/11/2022	2077.6	2196.7	SIST. ELÉCTRICO	MANTTO. DE LUCES DELANTERAS	Guevara José	119.1	1	8
	12/11/2022	14/11/2022	1751.2	1899.4	SIST. DE DIRECCIÓN	CAMBIO DE ESPEJO LATERAL IZQUIERDO	Ramos Vladimir	148.2	2	3

	21/11/2022	23/11/2022	2037.4	2178.3	SIST. ELÉCTRICO	REPARACIÓN DE ARRANCADOR	Guevara José	140.9	1	9
	2/12/2022	4/12/2022	2098.5	2164.3	SIST. DE MOTOR	CAMBIO (ACEITE Y FILTRO)	Nizama Alder	65.8	2	8
	21/12/2022	23/12/2022	2079.6	2198.9	SIST. DE MOTOR	CAMBIO FAJA TRANSMISIÓN DE MOTOR	Ramos Vladimir	119.3	1	5
	SUMA TOTAL							7212.8	114	750
	MTBF: tiempo medio entre fallas							63.27		
	MTRR: tiempo medio entre reparaciones							6.58		
	Tasa de falla							0.02		
	% Disponibilidad							90.58%		

Fuente: elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RODRIGUEZ SOLORZANO OSCAR ALONSO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los montacargas en la empresa de servicios de alquileres.", cuyo autor es GUEVARA HUAMAN JOSE NERI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, 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.

CHICLAYO, 07 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RODRIGUEZ SOLORZANO OSCAR ALONSO DNI: 45056725 ORCID: 0000-0001-8683-6551	Firmado electrónicamente por: OARODRIGUEZS el 07-12-2022 22:11:09

Código documento Trilce: TRI - 0478880