



FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MEJORAR LA
DISPONIBILIDAD DE LAS UNIDADES
VEHICULARES DE CARGA DE LA EMPRESA H & S
LOGISTIC CARGO E INVERSIONES EIRL, SAN JUAN
DE LURIGANCHO - 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Victor Alfredo Atencia Villar

Fanny Leonor Huaman Condori

Asesor:

Mg. Ricardo Villena Presentación
<https://orcid.org/0000-0002-4858-8267>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Nestor Geldres Rosales	10202333
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	Sandro Rivera Valle	08135699
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Silvia Coronado Ramirez	25843951
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

Atencia - Huaman

INFORME DE ORIGINALIDAD

10 %	10 %	1 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
9	prezi.com Fuente de Internet	<1 %

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y nuestros padres quienes son nuestra fortaleza y motivación.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se real

ÍNDICE DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	31
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	42
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de consistencia	33
Tabla 2 DAP - Diagrama de la estructura del MP (pretest).....	45
Tabla 3 Indicadores del mantenimiento preventivo (previo).....	46
Tabla 4 Indicadores de la disponibilidad (previo)	48
Tabla 5 Impacto de causas sobre el problema central.....	51
Tabla 6 Diagrama de Gantt de plan para la implementación.....	54
Tabla 7 Lineamientos de la adecuación del mantenimiento preventivo	56
Tabla 8 Historial de equipos	58
Tabla 9 Análisis de la frecuencia de fallas en equipos	60
Tabla 10 Hoja de decisión RCM.....	62
Tabla 11 Registro de repuestos para Mantenimiento Preventivo	67
Tabla 12 Formato de control de repuestos para Mantenimiento Preventivo	68
Tabla 13 Programa de Mantenimiento Preventivo	69
Tabla 14 Programación de supervisiones de mantenimiento preventivo.....	76
Tabla 15 Indicadores del mantenimiento preventivo (posterior).....	77
Tabla 16 Indicadores de la disponibilidad (posterior)	79
Tabla 17 Pruebas de Normalidad.....	81
Tabla 18 Disponibilidad de las unidades vehiculares de carga antes y después.....	82
Tabla 19 Estadísticos de Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la disponibilidad	83
Tabla 20 Fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de antes y después	84
Tabla 21 Prueba de muestras emparejadas para la fiabilidad	85
Tabla 22 Mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga antes y después.	86
Tabla 23 Estadísticos de Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la mantenibilidad ...	87
Tabla 24 Operatividad de las unidades vehiculares de carga antes y después.....	88

Tabla 25 Estadísticos de Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la operatividad	89
Tabla 26 Listado de repuestos e insumos para la implementación del MP	90
Tabla 27 Ahorro de trabajos correctivos.....	91
Tabla 28 Análisis de relación beneficio sobre costos de la implementación del MP	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujograma del procesamiento y análisis de data	40
Figura 2	Ubicación de la compañía	43
Figura 3	Compañía H&SLCI	43
Figura 4	Organigrama de la compañía.....	44
Figura 5	Evolución del mantenimiento preventivo (previo).....	47
Figura 6	Evolución de la disponibilidad (previo)	49
Figura 7	Diagrama de causa – efecto.....	50
Figura 8	Diagrama de Pareto	52
Figura 9	Evidencias de la problemática de mantenimiento	53
Figura 10	Radar de parámetros de adecuación del mantenimiento preventivo	57
Figura 11	Detalle de frecuencia de fallas.....	59
Figura 12	Análisis de Pareto de frecuencia de fallas	61
Figura 13	Procedimiento Escrito de Trabajo (PET) para el mantenimiento de vehículos.....	64
Figura 14	Flujograma de mantenimiento preventivo de vehículos.....	65
Figura 15	Diagrama de análisis del proceso mejorado	66
Figura 16	Trabajos de mantenimiento de rectificación del tapón de aceite.....	70
Figura 17	Trabajos de mantenimiento de caja de cambios	71
Figura 18	Trabajos de mantenimiento de un diferencial de un Toyota Hilux	72
Figura 19	Formato de para trabajos de mantenimiento preventivo	73
Figura 20	Formato de control y reporte de mantenimiento preventivo	74
Figura 21	Formato de informe técnico de mantenimiento preventivo.....	75
Figura 22	Evolución del mantenimiento preventivo (posterior).....	78
Figura 23	Evolución de la disponibilidad (posterior)	80

RESUMEN

El propósito principal de esta investigación consiste en la implementación del Mantenimiento Preventivo (en adelante MP) con el deseo de incrementar la Disposición de las unidades vehiculares cargas pertenecientes a la compañía H & S Logistic Cargo – inversiones (en adelante H&SLCI), situada en SJL en el año 2022. Para ello, el estudio se realizó bajo una estructura preexperimental de naturaleza cuantitativa y aplicada utilizando un método deductivo, y para la gestión de datos utilizó la observación directa y la lista de comprobación. La muestra seleccionada para la investigación consistió en 58 órdenes de servicio de vehículos del periodo diciembre 2022 a enero 2023 de la compañía H&SLCI. Para evaluar las hipótesis planteadas, se utilizó el software estadístico SPSS, con lo que se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de normalidad, y para la comprobación de las hipótesis la prueba de Wilcoxon. Los resultados alcanzados por la investigación indicaron que la implementación de un sistema de MP incrementará la disposición de las unidades vehiculares cargas pertenecientes a la compañía H&SLCI en SJL en el año 2022.

PALABRAS CLAVES: MP, fiabilidad, mantenibilidad, operatividad, Disposición.

ABSTRACT

The main purpose of this investigation consists in the implementation of Preventive Maintenance (hereinafter) with the desire to increase the Disposal of cargo vehicle units belonging to the company H & S Logistic Cargo – investments (hereinafter H&SLCI), located in SJL in the year 2022. For this, the study was carried out under a pre-experimental structure of a quantitative nature and applied using a deductive method, and for data management it used direct observation and the checklist. The population selected for the investigation consisted of 58 service orders from the company H&SLCI. To evaluate the hypotheses, the statistical software SPSS was used, with which the normality of the data was verified by means of the normality test, and for the verification of the hypotheses the test of Wilcoxon. The results achieved by the investigation indicated that the implementation of a PM system will increase the availability of cargo vehicle units belonging to the company H&SLCI in SJL in the year 2022.

KEY WORDS: Preventive maintenance, reliability, maintainability, operability, availability.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el sector del transporte es necesario contar con estrategias, modelos y herramientas de mantenimiento actualizados para poder tomar decisiones de manera efectiva y reducir el tiempo en el que las máquinas están inactivas, incrementar la productividad y minimizar el costo total de vida de la máquina (Kovacs, Ansari y Sih, 2021). Para acrecentar la Disposición, se pueden emplear diversas estrategias como: maximizar la confiabilidad, llevar a cabo un mantenimiento adecuado, asegurar un uso adecuado de los equipos/máquinas, renovarlos y optimizar sus características de confiabilidad y mantenibilidad. Es importante lograr un equilibrio entre estas estrategias para evitar soluciones contradictorias. Un producto será más disponible si es más confiable y requiere menos mantenimiento (Vasiu, Budiul y Birtok, 2021).

El MP consiste en la inspección y mantenimiento regular del equipo para evitar fallas importantes. Es crucial tener un programa de MP que incluya inspecciones regulares, mantenimiento, reparaciones y reemplazos de equipos para proteger los equipos. Los programas de MP permiten a las compañías programar el tiempo de inactividad con anticipación y proporcionar costos de mantenimiento anuales predecibles. (Goldsteinas, 2015).

En un estudio de caso de una compañía del sector automotriz en Latinoamérica, se encontró que el incumplimiento de los procesos de mantenimiento y la baja calidad del servicio eran un problema importante (Manzano, 2019), lo que llevó a una mejora significativa de los procesos de mantenimiento.

La compañía Tranzit S.A.S, con sede en Bogotá y especializada en el transporte de personal, observó un aumento en la cantidad de mantenimientos preventivos realizados, cuyas frecuencias no se ajustaban a las condiciones reales del terreno y el ambiente (Rodríguez, 2018). Este hecho contribuyó significativamente a una mayor Disposición del transporte.

La compañía Cimentaciones de Colombia LTDA detectó una serie de problemas, como el aumento en el tiempo de entrega, sobrecostos en la operación y desequilibrios en la fuerza laboral, que resultaron en dificultades para llevar a cabo varios proyectos simultáneamente (Urrego, 2017). Para abordar estos problemas, se implementó un programa de MP.

A nivel nacional, se pueden encontrar varios casos de compañías que han identificado problemas en sus procesos de mantenimiento que afectan la disposición de sus equipos. En el caso de AGROMAR S.A.C., se identificó un aumento en el gasto de mangueras, lo que ha contribuido a acrecentar la Disposición. En una compañía comunal del sector minero, se observó una disminución en el cumplimiento del programa de mantenimiento del gerente dueño, lo que también aumentó la Disposición. Por último, la organización Sayvan E.I.R.L., que se dedica al transporte de mercaderías por carretera, identificó un incremento en los repuestos almacenados, lo que provocó la imposibilidad de realizar mantenimiento correctivo de emergencia, lo que a su vez afectó la Disposición.

En la compañía H&SLCI, ubicada en SJL, se ha identificado la falta de una estrategia de MP para sus vehículos. Como resultado, se producen interrupciones en la

operación debido al desgaste de piezas y daños en los componentes del motor, transmisión, dirección, frenos, ejes delanteros, sistema eléctrico y suspensión del vehículo. Esta situación genera pérdidas para la compañía, ya que no se pueden realizar entregas de manera programada.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida la implementación del MP acrecentará la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida la implementación del MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?
- ¿En qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?
- ¿En qué medida la implementación del MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?
- ¿Cuál es el impacto económico que genera la implementación del MP las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar en qué medida la implementación del MP acrecentará la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022
- Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022
- Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.
- Determinar el impacto económico que genera la implementación del MP en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La implementación de MP acrecentará la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La implementación de MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.
- La implementación de MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.
- La implementación de MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.
- La implementación de MP generará un impacto económico positivo en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.

1.5. Antecedentes de la Investigación

1.5.1. Antecedentes Internacionales

En el estudio elaborado por Lliguisaca y Quezada (2022) se llevó a cabo una investigación con el objetivo de implementar una estrategia de MP para la compañía INDUGLOB S.A. utilizando una metodología cuantitativa, descriptiva y explicativa, sin diseño experimental. Para ello, utilizaron técnicas como la observación, análisis exploratorio y entrevistas. Los resultados indican que el mantenimiento del sistema hidráulico se realiza en un 40% de las actividades, mientras que la reparación del clamp y la manguera de presión hidráulica representan el 13,33% de todas las actividades de reparación. El cambio de polea y la reparación de los pernos de paletas representan el 63,67% de las actividades realizadas.

El chequeo eléctrico se realiza en un 37,14% de las actividades preventivas, mientras que el MP de los frenos representa el 36,36%. El cambio de retenes de ruedas representa el 25% de las actividades, y el motor requiere el cambio de aceite en un 38,89% de las veces, el filtro de combustible en un 29,32%, la calibración de válvulas en un 5,56%, la reparación del carburador en un 2,14%, el cambio de manguera de agua en un 2,56%, el cambio de bujías en un 1,28% y el cambio de empaque de cabezote en un 1,28%. La investigación concluye que la implementación de una estrategia de MP permite acrecentar la competitividad de la compañía, aumentando la disposición de las unidades vehiculares y generando una mayor estabilidad y rentabilidad.

En su tesis, Rizzo (2019) desarrolló una estrategia de MP para las unidades vehiculares y maquinaria pesada utilizados en el transporte terrestre de carga en la compañía TRASERCOL S.A.S en San Martín-Cesar, Colombia. Para lo cual, se utilizó una metodología cuantitativa y se aplicaron técnicas de análisis exploratorio y de observación, utilizando como instrumento el fichaje. Los resultados de la investigación demostraron que la estructuración de la jefatura de mantenimiento mejoró con la implementación del plan, creando un sistema automatizado con fichas técnicas, hojas de vida, actividades de mantenimiento y cronogramas. Además, la Disposición vehicular se incrementó al 97%, alcanzando una fiabilidad del 99% y una mantenibilidad del 98%. Concluyó que el plan de MP permitió organizar de manera adecuada las actividades para el mantenimiento de las unidades vehiculares carga, asegurando un stock de repuestos que facilita minimizar el tiempo de espera y los costos en reparaciones, generando una mayor Disposición y mejor funcionamiento de las unidades vehiculares, lo que se traduce en una mejor rentabilidad para la compañía.

Rubio (2019) realizó una tesis utilizando una metodología cuantitativa, descriptiva y explicativa de estructura no experimental, aplicada al transporte y maquinarias de la alcaldía de Boyacá. Los resultados muestran que el MP es la necesidad principal, representando el 60% de los casos, mientras que el 30% necesita mantenimiento correctivo y para el 10% restante no se puede determinar el tipo de mantenimiento, ya que estos vehículos no están aptos para su funcionamiento. Es importante destacar que, al comparar el diagnóstico inicial, se evidenció que se realizaba el 67% de mantenimiento correctivo y sólo el 22% de MP. Sin embargo, después de la organización del programa de mantenimiento orientado a acrecentar de forma continua las unidades vehiculares, se logró cambiar la proporción a un 60% de

MP y disminuir el mantenimiento correctivo a un 30%. En conclusión, la ejecución del plan de mantenimiento generó mejoras que evitan fallas en las unidades vehiculares de transporte, mejorando su funcionamiento y acrecentando su vida de utilidad, lo que se traduce en una mayor Disposición de las unidades vehiculares.

En Ecuador, Defaz y Vaca (2019) desarrollaron una tesis en la compañía EPAGAL, con el deseo de reducir los costos por mantenimiento correctivo en las unidades vehiculares de sistema de carga lateral. La metodología utilizada fue de estructura no experimental, de tipo descriptivo explicativo, aplicando técnicas de observación, análisis exploratorio y encuestas, para lo cual utilizaron como herramientas la guía de observación, la ficha y el cuestionario. La población de la investigación fue de 6 personas y todas las unidades vehiculares de la compañía. Los resultados indicaron que el 50% de los encuestados realiza alguna revisión vehicular antes de iniciar sus labores, el 83.33% no realiza operaciones de mantenimiento del vehículo y el 16.67% lo realizó hace un año atrás. El costo del mantenimiento anual se encontró en \$5.565,80, y al compararlo con el año anterior, se evidenció una disminución del 16.48%, lo que indica que el plan es aceptable. Con la implementación del plan, se logró una reducción general del 14% en los fallos, tiempos muertos y paradas no programadas, lo que demuestra la eficacia del plan en el fortalecimiento rentable del parque automotor.

En una investigación realizada en México por Pillado, Castillo y Rodríguez (2022), se buscó desarrollar un método para la administración del MP de vehículos de forma descentralizada. Utilizando una metodología cuantitativa, aplicada y descriptiva, se analizaron 343 vehículos como muestra. Los resultados indican que

antes de la implementación del MP, las unidades vehiculares tenían un promedio de fallas de 1.176 horas, mientras que después de la implementación se observó una mejora del 44.47%, con un promedio de fallas a las 1.699 horas. La investigación también encontró que 135 vehículos tenían una instrucción incorrecta y 51 vehículos carecían de instrucciones. Los autores concluyeron que el MP solo es posible si se administra adecuadamente, con actividades personalizadas y una coordinación adecuada para evitar inconvenientes, reducir tiempos muertos, disminuir los costos de reparaciones e incidir de forma positiva en la productividad.

1.5.2. Antecedentes Nacionales

En su tesis, Murillo (2021) propuso un Plan de Mantenimiento Integral con el objetivo de establecer un control y prevenir fallas para optimizar la capacidad operativa de las unidades vehiculares. Para llevar a cabo su investigación, utilizó una metodología cuantitativa-aplicada con una estructura no experimental, descriptivo y transversal, que involucró la observación y la investigación de documentos, así como la investigación estadística de vehículos de carga. Los resultados indicaron que se tuvo que cambiar el 80% de los componentes mecánicos y que es necesario seguir realizando un seguimiento permanente de todas las unidades vehiculares. En cuanto al costo total de la prestación de servicios por mantenimiento de frenos, la inversión realizada por la intervención equivale al 67,40%, lo que genera una utilidad del 32,60% y se considera rentable.

En el caso del mantenimiento de dirección y suspensión, se requiere que el cliente invierta el 100%, lo que genera un gasto por la intervención del 64,69% y una utilidad del 35,31%, lo que también se considera rentable. Como resultado del estudio,

se implementó un registro (historial) de las unidades intervenidas para determinar las causas de las fallas, así como un sistema en línea para guardar los registros de las actividades efectuadas en el taller, lo que permite manejar indicadores de confiabilidad. Por lo tanto, se demostró que la implementación del Plan de Mantenimiento Integral es rentable después de su ejecución.

Posteriormente, Moncada (2019) realizó un estudio sobre la implementación de un programa de MP y el impacto generado en la disposición de vehículos de carga destinados a la distribución de alimentos en una distribuidora de gas en Pacasmayo. Utilizó una metodología aplicada con una estructura preexperimental, tomando como muestra 12 vehículos de carga y utilizando técnicas como la observación, análisis exploratorio y entrevistas, con herramientas como fichas de control, fichas documentales y cuestionarios para la gestión de datos.

Los resultados indicaron que, antes de la implementación, la frecuencia de distribución del gas era baja debido a las fallas en las unidades vehiculares, lo que generaba insatisfacción y pérdida de clientes, y con la implementación del programa de MP a través del check list, se encontraron deficiencias en las unidades vehiculares AXS-855 y T2-4325 que ocasionaban una Disposición inferior al 80%. Sin embargo, después de la implementación, las unidades vehiculares tuvieron una alta Disposición y la compañía logró un ahorro final de S/ 7,390.00 soles, representando el 58% de retorno antes de aplicar el estímulo. El costo-beneficio de la implementación mostró que la compañía obtiene una ganancia de 1.49 centavos de sol por cada sol invertido, y que la inversión se recupera en menos de un año. En conclusión, la ejecución del programa de MP generó un impacto favorable en la disposición de las unidades

vehiculares para la distribuidora, mejorando la productividad y la confiabilidad en la entrega de servicios a los clientes, lo que incrementó la fidelidad de los mismos.

Arieta (2020) realizó una tesis cuyo objetivo era desarrollar y aplicar un Plan de Mantenimiento para las unidades vehiculares de la compañía Harsco Metals Perú S.A., basado en una base de datos y trabajo de campo. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y explicativo, y de tipo aplicada. En lo que respecta a la gestión de datos utilizó la observación directa, entrevistas y análisis de la documentación histórica, con una muestra de 50 vehículos de carga. Los resultados obtenidos revelaron que antes de implementar el programa de mantenimiento, el 64% de las unidades vehiculares estaba operativo, el 20% se encontraba en el taller y el 16% no estaba operativo. Luego de la implementación del programa, el 86% de las unidades vehiculares estaban operativas, el 12% se encontraba en el taller y sólo el 2% no estaba operativo. En consecuencia, Arieta concluyó que la ejecución del MP mejoró la disponibilidad vehicular en un 22%, lo que permitió un incremento significativo en la productividad .

Arévalo (2022) diseñó una estrategia de MP, para lo cual utilizó una metodología mixta con enfoque explicativo, donde aplicó técnicas de entrevista y análisis estadístico y utilizó guías de entrevista y fichas técnicas como instrumentos, evaluando una muestra de 8 vehículos y una persona. Los resultados que se obtuvieron indicaron que la disposición de las unidades vehiculares mejoró significativamente, alcanzando un 98,97%, mientras que la fiabilidad y la mantenibilidad también acrecentaron, con valores de 99.98% y 98.17%, respectivamente. En conclusión, la ejecución del MP en las unidades vehiculares de la compañía permitió reducir las

fallas de las unidades vehiculares, acrecentar la Disposición y aumentar la fiabilidad y mantenibilidad en la realización de sus tareas diarias.

Manay y Tello (2020), en su tesis desarrollada, utilizaron una metódica cuantitativa, descriptiva, analítica y experimental, y aplicaron la técnica de revisión y investigación documental. Con ello es que demostraron que la mayor problemática que enfrentaba la empresa en estudio era la baja disposición de los volquetes debido a la falta de una estrategia de MP, lo que causaba una Disposición vehicular promedio de 87.63%. Sin embargo, una vez que se implementó el plan de mantenimiento, se observó una mejora significativa en la Disposición, que aumentó al 96.11%. La investigación del costo-beneficio mostró que el plan era viable económicamente, con un VAN positivo de \$24,308.36 y un TIR del 20.88%, lo que resultó en una relación costo-beneficio de 1.26. Esto dio como conclusión que, antes de la puesta en práctica del plan, la baja disposición vehicular causaba pérdidas a la compañía, pero después de la implementación se logró acrecentar significativamente la Disposición, incluyendo un aumento del MTBF de 94.42 horas optimizándose a 1.05 horas y un incremento de la disposición del 8.48%.

1.6. Bases Teóricas

1.6.1. Teoría del MP

En los años 1950, un grupo de ingenieros japoneses liderados por William Edward Deming propusieron una nueva forma de mantenimiento que recomendaba a las compañías y técnicos especializados seguir las instrucciones que los fabricantes de las piezas y equipos indicaban para realizar el mantenimiento de las maquinarias (Salgado, Martínez y Santos, 2018). Posteriormente, en 1966, se inició el desarrollo de criterios para predecir fallas y averías, considerando la optimización de los equipos y piezas, debido a la creciente demanda de instrumentos nuevos y sofisticados que evolucionaban en ese momento (Rodríguez, Garza y González, 2023).

1.6.2. Teoría de la Disposición

La teoría de las restricciones, desarrollada por Eliyahu M. Goldratt, es un método que se centra en acrecentar la gestión de operaciones y procesos de producción. Su enfoque principal es identificar los puntos débiles de los procesos y las piezas involucradas, buscando el incremento de la calidad y el nivel de servicio ofrecido. Se trata de una estrategia que se enfoca en atacar la cadena por los eslabones más débiles, y así lograr una mejora efectiva y eficiente (Gutiérrez, Rodríguez y Lavado, 2020).

En el mismo sentido, la teoría de las restricciones se concentra en garantizar que la producción se realice al máximo nivel posible y, si es necesario, buscar soluciones efectivas y eficientes para acrecentar la fiabilidad y Disposición de los

equipos. El objetivo es abordar la restricción y corregirla para optimizar el rendimiento y acrecentar la confiabilidad de los equipos, lo que a su vez brinda a los usuarios una mayor seguridad y confianza en los elementos y piezas utilizados en los equipos (Villarraga, 2021).

1.6.3. Mantenimiento Preventivo (MP)

El MP es un conjunto de actividades destinadas a prevenir futuras fallas en los equipos o dispositivos mediante la realización de tareas de mantenimiento (Álvarez, Lozano y Bravo, 2022). La supervisión oportuna, la investigación y la revisión de la maquinaria son fundamentales para evitar que se presenten averías que puedan causar daños irreparables a las partes del equipo en cuestión (Pillado, Castillo y Riva, 2022).

El MP implica realizar diversas tareas como limpieza, ajuste, lubricación, análisis y sustitución de piezas dañadas con el deseo de asegurar que el equipo o artefacto funcione de manera óptima y evitar costos mayores en reparaciones futuras (Díaz, De La Paz y Delgado, 2019). Para lograr un adecuado rendimiento y prolongar la vida útil de las máquinas y piezas de estas, es necesario realizar una revisión exhaustiva y llevar a cabo las reparaciones correspondientes bajo criterios y estándares rigurosos.

1.6.3.1. Mantenimiento fijado en tiempo

La sustitución programada de piezas y equipos es un proceso que implica el cambio periódico de las piezas de un equipo en un plazo determinado por el fabricante o un técnico especializado (Rayme y Díaz, 2021). Esta práctica es esencial porque

cada pieza de un equipo tiene un tiempo de vida útil determinado, y si no se cambia en el momento adecuado, puede provocar mayores problemas y fallas en el futuro (Montoya, Arango y Rosero, 2020).

El reemplazo oportuno de las piezas y equipos tiene varios beneficios, como un menor costo, facilidad en el cambio y una programación establecida para cambiar las piezas según su tiempo de uso (Macías y Gorozabel, 2022). Además, se pueden evitar reparaciones excesivas al programar el mantenimiento utilizando un programador de mantenimiento basado en el uso (UBM), que calcula el tiempo de uso, la temperatura, el tiempo de actividad y la inactividad del equipo.

1.6.3.2. Mantenimiento fijado en condiciones

El mantenimiento fijado en condiciones, también conocido como CBM, se enfoca en monitorear en tiempo real el equipo para determinar qué tipo de mantenimiento se requiere (Pisco et al., 2020). Este enfoque permite determinar si el equipo está en mal estado o si está a punto de deteriorarse, mediante un diagnóstico previo para obtener resultados precisos y confiables que permitan determinar las condiciones del equipo y si es necesario reemplazarlo (Moreano y Pérez, 2020). Para llevar a cabo este tipo de mantenimiento, se utilizan diversas técnicas de diagnóstico y medición para detectar cualquier degradación en la pieza o el equipo, lo que permite evitar un mantenimiento excesivo debido a la falta de revisión en el momento oportuno de acuerdo al uso, impacto ambiental y la instalación.

1.6.4. Disponibilidad

La Disposición se refiere al medio o recurso utilizado para resolver una situación o problema de manera adecuada (Avendaño y Gutiérrez, 2022). Además, es el tiempo en el que una unidad o servicio se encuentra operativo y completamente funcional (Villarraga, 2021), permitiéndole su uso con total confiabilidad al disponer de los recursos para satisfacer las condiciones y necesidades requeridas (Dávila, 2019). En resumen, la Disposición hace referencia a la capacidad de una máquina en realizar aquellas funciones para la cual fue diseñada, en distintas condiciones ambientales, de uso y operatividad, y en los momentos establecidos para su uso. El cálculo de la disponibilidad operativa se presenta a través de la siguiente fórmula.

Ecuación 1 Cálculo de la disponibilidad operativa

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

Donde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio para reparaciones.

1.6.4.1. Fiabilidad

La fiabilidad consiste en someter a un equipo, componente o sistema a un determinado periodo de trabajo sin experimentar fallas o averías (López, 2021). Para lograr una mayor confiabilidad en la calidad y durabilidad del producto, es recomendable evaluar su rendimiento a través del tiempo (Muñoz y Cantos, 2021). La fiabilidad es esencial, ya que garantiza que un producto, pieza o maquinaria funcionará adecuadamente cuando se necesite utilizar (Hernández et al., 2020). Para

asegurar la fiabilidad de un producto o servicio es importante recopilar datos y tener un conocimiento profundo de las formas de fallas o averías, lo que permitirá tomar las medidas preventivas necesarias para evitar anomalías. El indicador de la fiabilidad es el tiempo medio entre fallas y su cálculo se presenta en la siguiente ecuación

Ecuación 2 Cálculo del tiempo medio entre fallas reparaciones (MTBF)

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo de operaciones de equipo}}{\textit{Número de fallas}}$$

1.6.4.2. Mantenibilidad

El término hace referencia al tiempo mínimo necesario para reparar una avería o falla en un producto o servicio (López et al., 2021). Además, se refiere a la capacidad de un componente o pieza para ser reparado o sometido a mantenimiento, a fin de continuar operando de manera óptima (Feal, González y Santos, 2022). Aun así, resulta vital señalar que el mantenimiento debe ser llevado a cabo siguiendo estándares para restaurar la pieza o componente, de manera que pueda seguir siendo utilizada por un periodo de tiempo adicional (Tamayo y Silega, 2021). El indicador de la mantenibilidad es el tiempo medio para reparaciones y su cálculo se presenta en la siguiente ecuación

Ecuación 3 Cálculo del tiempo medio para reparaciones (MTTR)

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de trabajos de reparaciones}}{\textit{Número de fallas}}$$

1.6.4.3. Operatividad

La funcionalidad se refiere a la capacidad de un sistema o elemento de llevar a cabo una tarea específica de manera efectiva y eficiente (Lay, Acevedo, y Acevedo,

2022). Además, también se puede entender como la capacidad de un producto para mantener su rendimiento óptimo incluso bajo condiciones de uso exigentes (Trujillo, Chávez y Utrilla, 2022), lo que puede ser un indicador de su calidad (Martínez et al., 2019).

Para determinar la funcionalidad de un producto, resulta necesario realizar un análisis sistemático de los datos disponibles y de los hechos relevantes, a fin de comprobar la capacidad operativa del elemento, pieza o sistema y determinar su vida útil, lo que permitirá planificar un MP para evitar que las fallas o averías se vuelvan irreparables y comprometan el rendimiento del producto.

1.7. Justificación de la investigación

1.7.1. Justificación teórica

Para acrecentar el campo de estudio relacionado con el MP, es esencial realizar una investigación que implique la identificación y el estudio de teorías previas. La metodica de la investigación debe incluir el uso de la teoría seleccionada para comprobar las hipótesis y observar nuevas variables, herramientas para el análisis de datos y otras que sirvan de apoyo para el mundo académico y para la observación de la Disposición, el mantenimiento y la confiabilidad. Por lo tanto, el trabajo desarrollado se justifica teóricamente debido a que profundiza en las teorías relacionadas al MP, a la disposición y a la relación que existen entre ellas, tal y como la literatura desarrollada por diversos autores así lo señala.

1.7.2. Justificación práctica

En términos concretos, la investigación se justifica por su capacidad para mejorar la situación existente de la empresa dando solución al problema identificado en la población objeto de análisis, esto mediante la optimización de la rotación del inventario de accesorios, piezas y componentes almacenados, lo cual a su vez tiene un impacto directo en la rentabilidad económica. Y, en adición a ello, se justifica porque existen antecedentes que demostraron que el MP es una herramienta que permite dar solución a problemáticas similares, brindando resultados alentadores replicables para otras empresas.

1.7.3. Justificación metodológica

Se justifica la realización del estudio desde el punto de vista metodológico, ya que se aplicará una investigación experimental y aplicada. Se emplearán técnicas como diagramas y matrices para dar respuesta a las variables y así confirmar o rechazar las hipótesis planteadas. Además, se utilizarán herramientas como la observación y el análisis de datos proporcionados por la empresa, lo cual será un importante aporte a la comunidad científica.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Enfoque de investigación

Según John Creswell (2018), el enfoque de investigación cuantitativa se centra en la medición de fenómenos sociales o humanos, a través de la gestión de datos numéricos precisos, objetivos y confiables mediante el uso de métodos estructurados y estandarizados, como cuestionarios, encuestas y experimentos, para su posterior análisis y para establecer relaciones, patrones y regularidades entre las variables. La investigación cuantitativa también busca generalizar los resultados que se puedan obtener de una muestra hacia la población objetivo. Para garantizar la confiabilidad de los resultados, la investigación cuantitativa se basa en principios rigurosos de validez y confiabilidad.

2.2. Tipo de investigación

Hernández, et al. (2014) definieron investigación aplicada como el manejo de conocimientos teóricos y prácticos para resolver problemas concretos del mundo real. Este tipo de investigación se enfoca en situaciones específicas y su objetivo principal es generar conocimientos prácticos que puedan ser utilizados para futuras decisiones. Asimismo, es importante señalar que la investigación aplicada requiere una activa participación de los actores relacionados con el problema a tratar. En conclusión, la investigación aplicada se centra en soluciones prácticas a problemas reales y en generar conocimiento útil para abordarlos.

2.3. Alcance de investigación

Se puede clasificar la investigación propuesta en tres tipos: descriptiva, correlacional y explicativa. En primer lugar, la investigación descriptiva implica la observación detallada de la situación actual y pasada para describir fenómenos, patrones, contextos o eventos en la compañía. En segundo lugar, la investigación correlacional se enfoca en la relación entre dos muestras analizadas, midiendo el grado en que estarían relacionadas entre sí en cuanto a los resultados obtenidos, estableciendo la fuerza y dirección de la relación, así como las diferencias estadísticamente significativas. Finalmente, la investigación explicativa busca investigar un tema poco estudiado y establecer las relaciones causales existentes, de ser el caso, entre las variables identificadas, así como su impacto, proporcionando conocimientos nuevos y relevantes sobre ellos.

2.4. Diseño de investigación

Según la investigación de Campbell et al. (2015), el diseño preexperimental para un grupo utiliza medidas pre y post en ese contexto contrasta los efectos de una intervención o tratamiento. En este tipo de diseño, se realiza una medición inicial de la variable de interés, luego se aplica la intervención en el grupo experimental y se realiza una segunda medición en ambos grupos para evaluar los efectos de la intervención. La comparación entre las dos mediciones permite determinar si ha habido algún cambio significativo en la variable de interés. En el caso de este proyecto de investigación, se busca determinar si la implementación de un MP podría acrecentar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL en el 2022.

Tabla 1

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
General				
¿En qué medida la implementación del MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Variable:	Diseño: Preexperimental
			MP	
			Dimensiones	Tipo: Cuantitativa Aplicada
			Cumplimiento de actividades de mantenimiento fijado en tiempo	
			Cumplimiento de actividades de mantenimiento fijado en condiciones	Método: Deductivo
Específicos				
¿En qué medida la implementación del MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Variable:	Técnica e instrumento: Observación directa
			Disposición	
			Dimensiones	Población: 58 órdenes de servicio de los vehículos entre diciembre del 2022 a fines de enero del 2023
			Fiabilidad	
¿En qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Mantenibilidad	
¿En qué medida la implementación del MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la operatividad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Operatividad	
¿Cuál es el impacto económico que genera la implementación del MP en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar el impacto económico que genera la implementación del MP en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.	La implementación de MP generará un impacto económico positivo en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.		

Nota. Elaboración propia

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

Arias (2012) definió a la población como el conjunto que se encuentra limitado o ilimitado de elementos que comparten ciertas particularidades, y estos son generalizados para la obtención de los resultados de la investigación, según el problema y los objetivos específicos de la misma. En esta investigación, debido a la naturaleza de esta, la población debe estar conformada por datos cuantitativos en donde se pueda medir el antes y el después a la implementación, por lo tanto, al tratarse de la compañía H&SLCI, ubicada en SJL, que se dedica al transporte y mercancías por carretera, la población quedará conformada por la totalidad de 58 órdenes de servicio de 5 unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI.

2.5.2. Muestra

Arias (2012) señaló a la muestra como aquel subconjunto que está conformado de tal manera de que sea representativa de la población, lo que lo hace ser un conjunto limitado. Tamayo et al. (2004) indicaron, asimismo, que la muestra surge con el fin de poder estudiar ciertas características de la población, pero tan solo utilizando una parte representativa de la misma. En el caso del presente estudio, la muestra será del tipo censal, lo que representa que se analizará el 100% de la población. En otras palabras, se examinarán 58 órdenes de servicio de los vehículos entre diciembre del 2022 a fines de enero del 2023, correspondientes a las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI. Esto se hace necesario para alcanzar los objetivos de la investigación.

2.5.3. Unidad de análisis de la investigación

Corbetta (2007) define la unidad de análisis como un concepto abstracto que se refiere al objeto de estudio y sobre el cual se aplicarán las propiedades que se van a analizar. Esta unidad suele estar definida en términos de tiempo y espacio, lo que ayuda a establecer la población de referencia de la investigación. En la presente investigación, la unidad de análisis corresponde a cada orden de servicio de mantenimiento de los vehículos de la compañía H&SLCI; de esta manera, se establece una delimitación clara del objeto de estudio y se identifica la población a analizar en la investigación.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.6.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: Observación directa.

La técnica descrita se conoce como observación y se utiliza comúnmente en la investigación cualitativa. La observación puede ser de dos formas, participante y no participante. En el primero el investigador forma parte del conjunto o grupo en el que se realiza la investigación y experimenta directamente las situaciones y eventos que se están estudiando; y en el segundo, el investigador observa desde fuera y no interactúa directamente con los sujetos o eventos en estudio. La observación puede ayudar a recopilar información detallada sobre el comportamiento humano y las interacciones sociales en su contexto natural, lo que puede proporcionar una comprensión más profunda y rica de un fenómeno de interés. (Becerra et al, 2012). En este caso, la observación directa ha sido utilizada para analizar el proceso de recojo de registros y

hojas de seguimiento en la compañía H&SLCI, lo que ha permitido identificar situaciones específicas y comparar el nivel de Disposición en los vehículos de carga Ex-Ante y Ex-Post de la implementación de mejoras en la jefatura de MP. De esta manera, la observación directa ha contribuido en la obtención de datos para el análisis y evaluación del impacto que hayan tenido las mejoras en la compañía, sobre todo en el servicio de calidad brindado a sus clientes.

Instrumento de recolección de datos: Ficha de registro de disponibilidad.

Los instrumentos de recolección de datos son las herramientas materiales para tomar la información de la realidad. A partir de ello, la presente investigación contó con la ficha de registros de disponibilidad, lo cual toma en cuenta las dimensiones de MTBF y MTTR, el detalle de esta ficha se presenta en el Anexo 3.

Validación de instrumentos

En este apartado se utilizarán herramientas como el juicio de expertos, con el cual se puede validar hechos haciendo uso de la opinión de personas con experiencia y conocimientos en un tema específico, quienes pueden proporcionar información valiosa, juicios y valoraciones sobre el mismo. Según Pérez y Martínez (2008), los expertos deben ser reconocidos por su trayectoria y estar cualificados para dar una opinión informada. Es importante destacar que, al someter un instrumento a juicio de expertos, se busca asegurar la calidad del mismo en términos de validez y fiabilidad. Por tanto, se busca garantizar la precisión y consistencia en la investigación de tal manera que la precisión hace referencia a la medida exacta de lo que se quiere medir, y puede evaluarse durante la elaboración de la prueba y en la validación del instrumento. En este estudio, se validaron los instrumentos con la revisión de expertos.

Procedimiento de recolección de datos

De forma complementaria, es necesario detallar el procedimiento de recolección de datos. El recojo de datos se realizó siguiendo los pasos:

- En primer lugar, se solicitó a la compañía los registros mensuales del año de estudio 2022.
- En segundo lugar, mediante la revisión documental se pudo examinar los registros de las órdenes de servicios de la compañía del rubro de transporte y mercancías por carretera mes a mes del año 2022.
- En tercer lugar, se procedió a llenar las fichas de observación, validadas por expertos, mes a mes durante el año 2022, teniendo en consideración el debido cuidado al colocar las cantidades de horas de operación, horas de fallas, mantenibilidad y de sus porcentajes respectivamente en cada caso asimismo del número de fallas.
- Finalmente se realizó el cálculo del promedio mes a mes para el año 2022 y del % total para cada una de las dimensiones y evitando así errores de digitación en la transcripción de los datos recolectados.

2.6.2. Análisis de datos

Herramientas de análisis de datos

Para la investigación se utilizarán herramientas de análisis de datos como Microsoft Excel y el software SPSS para registrar, procesar y analizar los datos obtenidos mediante la búsqueda documental de registros y fichas de la compañía. Los

datos se codificarán para obtener información relevante y se aplicarán diversas técnicas estadísticas para su análisis.

El primer lugar, el programa Excel permitirá la introducción y filtrado de datos relevantes de los registros obtenidos para su posterior organización en tablas y análisis estadísticos. El SPSS es un programa informático diseñado específicamente para la investigación estadístico, que permite llevar a cabo todo el proceso analítico de manera rápida y sencilla, validando la funcionalidad estadística adecuada en el momento apropiado. Su uso facilita el desarrollo de la investigación, ya que es capaz de procesar cálculos y análisis estadísticos complejos con eficacia y precisión.

Procedimiento de análisis de datos

A fin de contar con éxito en el análisis de datos se requiere de un procedimiento claro que determine los pasos a seguir de forma sistemática y esta secuencia se detalla a continuación.

- En este estudio, se ha tomado la decisión de utilizar los softwares SPSS y Excel para el procesamiento de los datos obtenidos.
- Los datos obtenidos mediante los registros de fichas y observaciones directas serán consolidados en hojas de cálculo de Excel para luego ser tabulados.
- El proceso de análisis de datos incluirá la ejecución de técnicas descriptivas como la determinación de medidas de tendencia central y de dispersión. Entre los primeros se destacan a la media y la mediana, y en los segundos a la desviación estándar y la varianza. Además, se calcularán los porcentajes

correspondientes para cada variable.

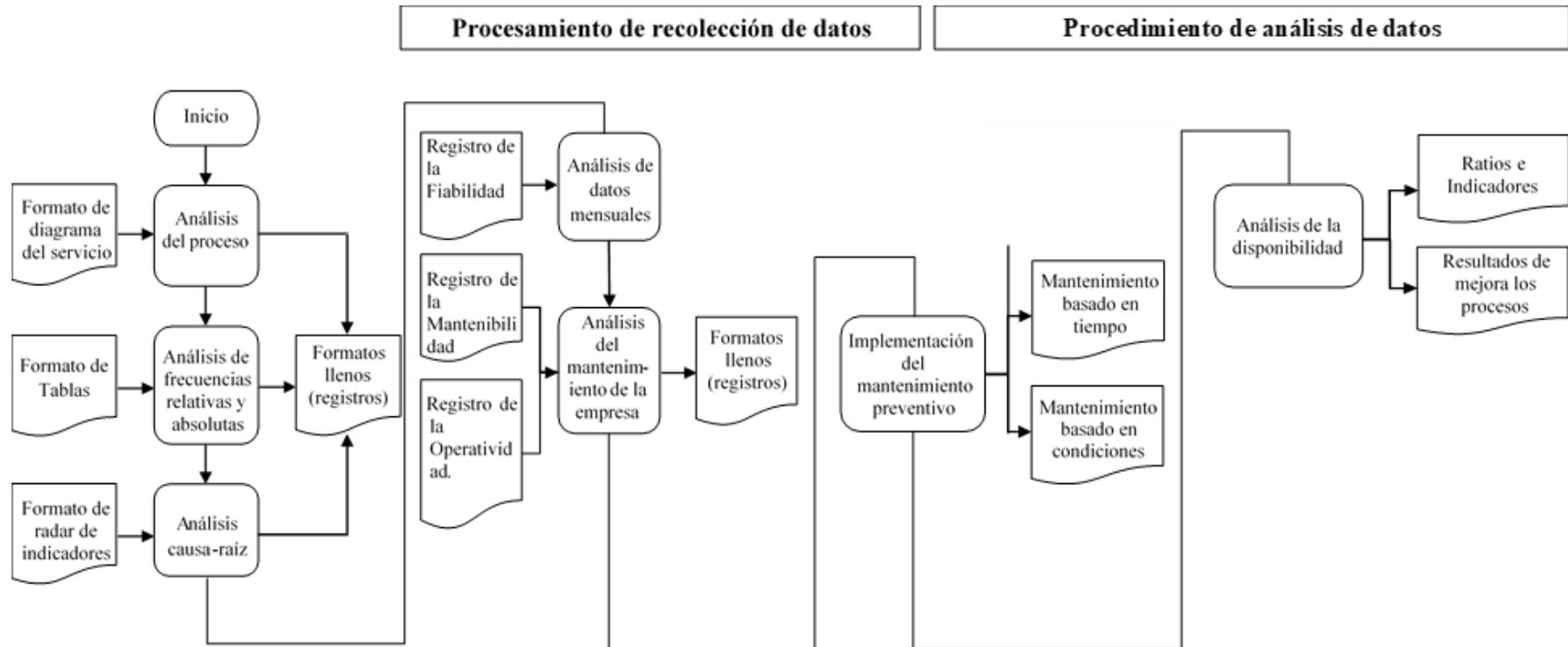
- Análisis de confiabilidad y validez de los instrumentos usados en la investigación mediante un formato de juicio de expertos, para lo cual los expertos utilizarán observaciones directas y una búsqueda documental para realizar un análisis descriptivo e inferencial con el software estadístico SPSS.
- Pruebas de normalidad, enfocados en el comportamiento de la distribución de las variables y/o dimensiones establecidas en el estudio propuesto.
- Análisis inferencial según resultados de pruebas de normalidad, en ese sentido hablaremos de test o pruebas paramétricas o no paramétricas
- Se generarán tablas de resultados a partir de los tests realizados para poder comparar los datos recopilados antes y después de implementar medidas para acrecentar la disposición de las unidades vehiculares de carga Estas tablas permitirán visualizar de manera clara y objetiva el impacto de dichas medidas y tomar decisiones informadas de acuerdo a los resultados obtenidos.
- Análisis y redacción de las interpretaciones de los principales resultados en el informe de trabajo de tesis.

El resumen de los pasos detallados anteriormente se describe de forma didáctica en la siguiente figura.

Figura 1

Flujograma del procesamiento y análisis de data

Objetivo General: Implementar MP para incrementar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.



2.7. Aspectos éticos

En cuanto a los aspectos éticos, la investigación ha considerado la confidencialidad de los trabajadores de la compañía, protegiendo sus nombres y mencionando únicamente aquellos que han dado su autorización. Se ha garantizado el conocimiento informado, asegurándose de que toda la información recopilada fue obtenida de manera voluntaria por los trabajadores, quienes fueron informados sobre el propósito de la investigación y se respetaron sus derechos. Además, se ha respaldado toda la información literaria con teorías relevantes al estudio. Se ha seguido la normativa APA 7ma edición en la redacción del contenido y las citas textuales de autores en el documento, respetando su autoría. La investigación también ha cumplido con todas las normativas que la universidad exige para la elaboración de estudios con las mismas características.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Información relevante de la empresa

3.1.1. Reseña histórica de la compañía H&SLCI

Es una compañía de inversión privada dedicada al transporte de mercancías por carretera desde hace más de diez años, y que tiene como único y exclusivo objetivo conseguir la completa satisfacción del cliente viendo satisfechas sus expectativas, servicio tras servicio.

Misión: Brindar servicios de transporte de manera eficiente, segura y precisa. Después de la entrega de los bienes en beneficio de su compañía; Por eso trabajamos con responsabilidad, basados en los más altos valores morales y éticos y con un gran número de personas orgullosas de su trabajo.

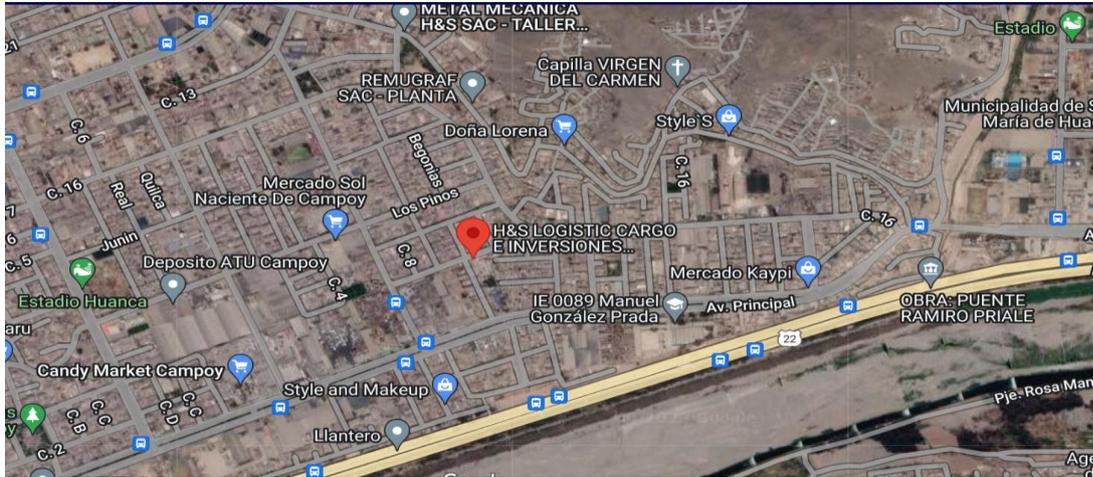
Visión: Ser una compañía líder en transporte liviano y pesado, reconocida a nivel nacional, que cubra las principales vías de nuestro país y luego sirva a nivel internacional, cumpliendo siempre con las exigencias y expectativas de los clientes.

3.1.2. Ubicación de la compañía

La compañía se encuentra localizada en la calle 17 Mz. Ñ lote 12A Compradores de Terreno de Campoy, SJL, Lima, Lima, Perú.

Figura 2

Ubicación de la compañía



Nota: Ubicación de la compañía tomada de Google Maps (2023).

Figura 3

Compañía H&SLCI

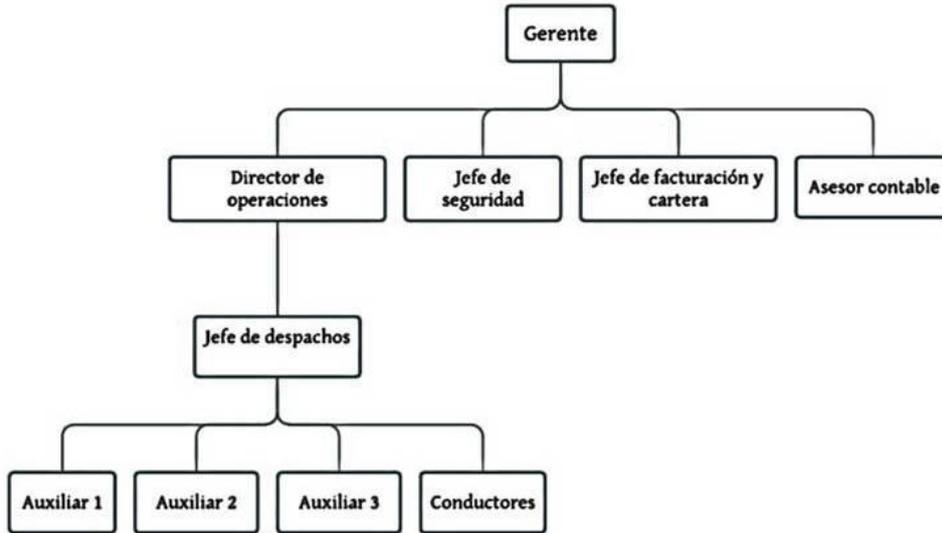


Nota: Fotos de la compañía H&SLCI.

3.1.3. Organigrama de la compañía

Figura 4

Organigrama de la compañía.



Nota: Organigrama de la compañía.

3.2. Datos previos a la implementación

Antes de la implementación del MP para incrementar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL, se procedió a realizar un diagrama de la estructura del MP.

Tabla 2

DAP - Diagrama de la estructura del MP (pretest).

Diagrama de análisis de proceso del servicio preventivo							
H&S Logistic Cargo e inversiones EIRL		Método		Actividad		Pretest	Post test
Área de trabajo	Mantenimiento	Pretest	Post test	Operación	○	20	
Actividades	Servicio de mantenimiento preventivo	x		Transporte	⇒	2	
Producto	Mantenimiento preventivo			Inspección	□	16	
Lugar	Cal. So Tco 3ra Fulgencio Abad Mza. H Lote. 2a Fnd. Campoy			Espera	D	3	
Elaborado por		Fecha de elaboración		Almacén	▽	0	
		Total actividades		Tiempo			
Procesos	Nº	Descripción de actividades		Simbología			Observaciones
		○	⇒	□	D	▽	
Mantenimiento de aceites	1	Recepcionar unidad vehicular	x				
	2	Revisión del vehiculo			x		Mejorar
	3	Firma de orden de servicio	x				
	4	Asignar mecánico	x				
	5	Traslado de vehiculo a zona de mantenimiento		x			
	6	Seleccionar herramientas necesarias	x				
	7	Elevar vehiculo	x				
	8	Abrir carter	x				
	9	Drenar Aceite	x				
	10	Cambio de filtro			x		
	11	Llenar aceite nuevo	x				
	12	Verificar nivel de aceite			x		
Mantenimiento de bujia	13	Elegir herramientas para bujias	x				
	14	Revisar bujias	x				
	15	Sacar bujias	x				
	16	Colocar bujia nueva			x		
Mantenimiento de freno delantero	17	Revisión de frenos delanteros			x		Mejorar
	18	Retirar llantas delanteras	x				
	19	Extraer caliper del freno delantero	x				
	20	Verificar estado del caliper			x		Mejorar
	21	Revisión de pastillas de freno			x		Mejorar
	22	Cambio de caliper	x				
Mantenimiento freno posterior	23	Colocar llantas delanteras	x				
	24	Buscar llaves para revisión de frenos posteriores	x				
	25	Retiro de llantas posteriores	x				
	26	Extraer tambor de freno	x				
	27	Verificar estado de las zapatas			x		
	28	Corregir, limpiar zapatas y tambor			x		
	29	Colocar tambor	x				
	30	Colocar llantas posteriores	x				
Revisión y traslado	31	Verificar presión de aire de las llantas				x	Mejorar
	32	Revisar funcionalidad de luces delanteras				x	Mejorar
	33	Revisar funcionalidad de luces traseras			x		
	34	Revisar funcionalidad de luces internas				x	Mejorar
	35	Revisar funcionalidad de limpiaparabrisas			x		
	36	Revisar estado de batería			x		
	37	Revisar fajas			x		
	38	Revisar estado del tablero			x		
	39	Revisar bocina			x		
	40	Revisar cinturones de seguridad			x		
	41	Trasladar vehiculo a la zona de despacho		x			
Total		20	2	16	3	0	

Nota: Resultado del diagrama de la estructura del MP.

El diagrama anterior evidencia que, dentro de las 41 actividades para el mantenimiento preventivo, es necesario la mejora y modificación de 7 acciones, dado que no son adecuadas para la gestión al no ser de gran importancia.

3.2.1. Mantenimiento preventivo

En primer lugar, se procede a detallar la evolución de los indicadores de interés para el mantenimiento preventivo, lo cual se basa en el cumplimiento del mantenimiento fijo en tiempo y el cumplimiento del mantenimiento fijado en condiciones, tal como se resume en la siguiente tabla

Tabla 3

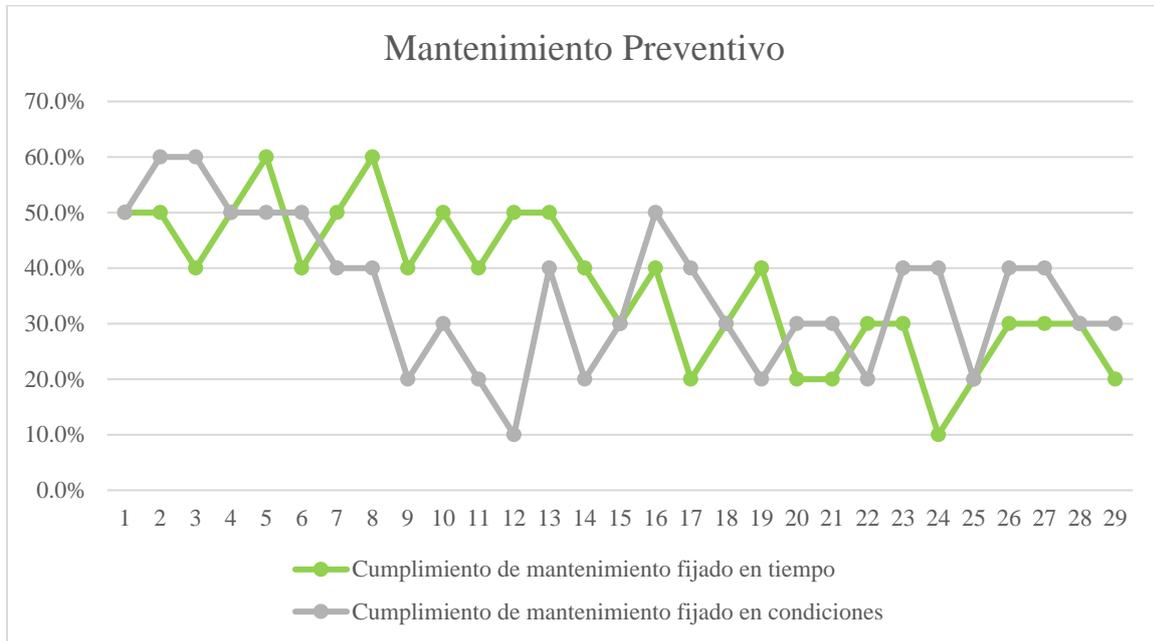
Indicadores del mantenimiento preventivo (previo)

Periodos	Cumplimiento de mantenimiento fijado en tiempo			Cumplimiento de mantenimiento fijado en condiciones		
	Tareas Ejecutadas	Tareas Programadas	%	Tareas Ejecutadas	Tareas Programadas	%
1	5	10	50.0%	5	10	50.0%
2	5	10	50.0%	6	10	60.0%
3	4	10	40.0%	6	10	60.0%
4	5	10	50.0%	5	10	50.0%
5	6	10	60.0%	5	10	50.0%
6	4	10	40.0%	5	10	50.0%
7	5	10	50.0%	4	10	40.0%
8	6	10	60.0%	4	10	40.0%
9	4	10	40.0%	2	10	20.0%
10	5	10	50.0%	3	10	30.0%
11	4	10	40.0%	2	10	20.0%
12	5	10	50.0%	1	10	10.0%
13	5	10	50.0%	4	10	40.0%
14	4	10	40.0%	2	10	20.0%
15	3	10	30.0%	3	10	30.0%
16	4	10	40.0%	5	10	50.0%
17	2	10	20.0%	4	10	40.0%
18	3	10	30.0%	3	10	30.0%
19	4	10	40.0%	2	10	20.0%
20	2	10	20.0%	3	10	30.0%
21	2	10	20.0%	3	10	30.0%
22	3	10	30.0%	2	10	20.0%
23	3	10	30.0%	4	10	40.0%
24	1	10	10.0%	4	10	40.0%
25	2	10	20.0%	2	10	20.0%
26	3	10	30.0%	4	10	40.0%
27	3	10	30.0%	4	10	40.0%
28	3	10	30.0%	3	10	30.0%
29	2	10	20.0%	3	10	30.0%
	Promedio			36.9%		Promedio

Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

Figura 5

Evolución del mantenimiento preventivo (previo)



Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

La evolución de las dimensiones del mantenimiento preventivo indica una tendencia hacia la baja, es decir, cada vez se cumple con menos actividades que se orienten a la conservación de equipos de forma preventiva.

3.2.2. Disponibilidad operativa

El otro punto a tomar en cuenta dentro del análisis previo corresponde a la variable dependiente, a saber, la disponibilidad operativa la cual se compone por 3 indicadores claves como la fiabilidad, mantenibilidad y operatividad. Los datos durante 29 periodos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 4
Indicadores de la disponibilidad (previo)

Periodos	Fiabilidad			Mantenibilidad			Operatividad			Disponibilidad
	Horas de operación	N° de fallas	% Total	Horas de fallas	N° fallas demandados	Total	Tiempo de fallas (horas)	Mantenibilidad	% Total	
1	32	43	0.74	15	2	7.50	15	5.00	3	49.6%
2	34	46	0.74	24	3	8.00	24	8.00	3	55.4%
3	23	42	0.55	32	1	32.00	32	32.00	1	27.4%
4	43	47	0.91	34	1	34.00	34	11.33	3	45.7%
5	45	48	0.94	54	1	54.00	54	18.00	3	46.9%
6	32	35	0.91	32	1	32.00	32	10.67	3	45.7%
7	34	39	0.87	32	1	32.00	32	10.67	3	43.6%
8	65	69	0.94	21	1	21.00	21	7.00	3	47.1%
9	43	47	0.91	23	1	23.00	23	7.67	3	45.7%
10	20	21	0.95	32	1	32.00	32	32.00	1	47.6%
11	43	45	0.96	23	1	23.00	23	23.00	1	47.8%
12	48	49	0.98	34	1	34.00	34	34.00	1	49.0%
13	38	41	0.93	32	1	32.00	32	10.67	3	46.3%
14	32	34	0.94	22	1	22.00	22	22.00	1	47.1%
15	38	39	0.97	23	1	23.00	23	7.67	3	48.7%
16	45	47	0.96	34	1	34.00	34	11.33	3	47.9%
17	39	40	0.98	32	1	32.00	32	10.67	3	48.8%
18	41	43	0.95	32	1	32.00	32	10.67	3	47.7%
19	23	24	0.96	34	1	34.00	34	34.00	1	47.9%
20	43	45	0.96	49	2	24.50	49	24.50	2	63.7%
21	29	32	0.91	45	1	45.00	45	45.00	1	45.3%
22	35	37	0.95	34	2	17.00	34	11.33	3	63.1%
23	41	43	0.95	36	2	18.00	36	18.00	2	63.6%
24	43	47	0.91	32	1	32.00	32	32.00	1	45.7%
25	23	26	0.88	34	1	34.00	34	11.33	3	44.2%
26	38	39	0.97	32	2	16.00	32	10.67	3	65.0%
27	36	38	0.95	54	1	54.00	54	18.00	3	47.4%
28	39	41	0.95	34	2	17.00	34	17.00	2	63.4%
29	42	43	0.98	43	2	21.50	43	14.33	3	65.1%
Promedio			0.914	Promedio		28.3	Promedio		1.38	50.1%

Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

Los resultados determinaron que la fiabilidad promedio fue del 0.914, un valor de mantenibilidad cercano a las 28.3 horas en promedio y una operatividad de 1.38 por lo tanto, se observa un comportamiento deficiente que requiere tratamiento en el corto plazo.

Figura 6

Evolución de la disponibilidad (previo)



Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

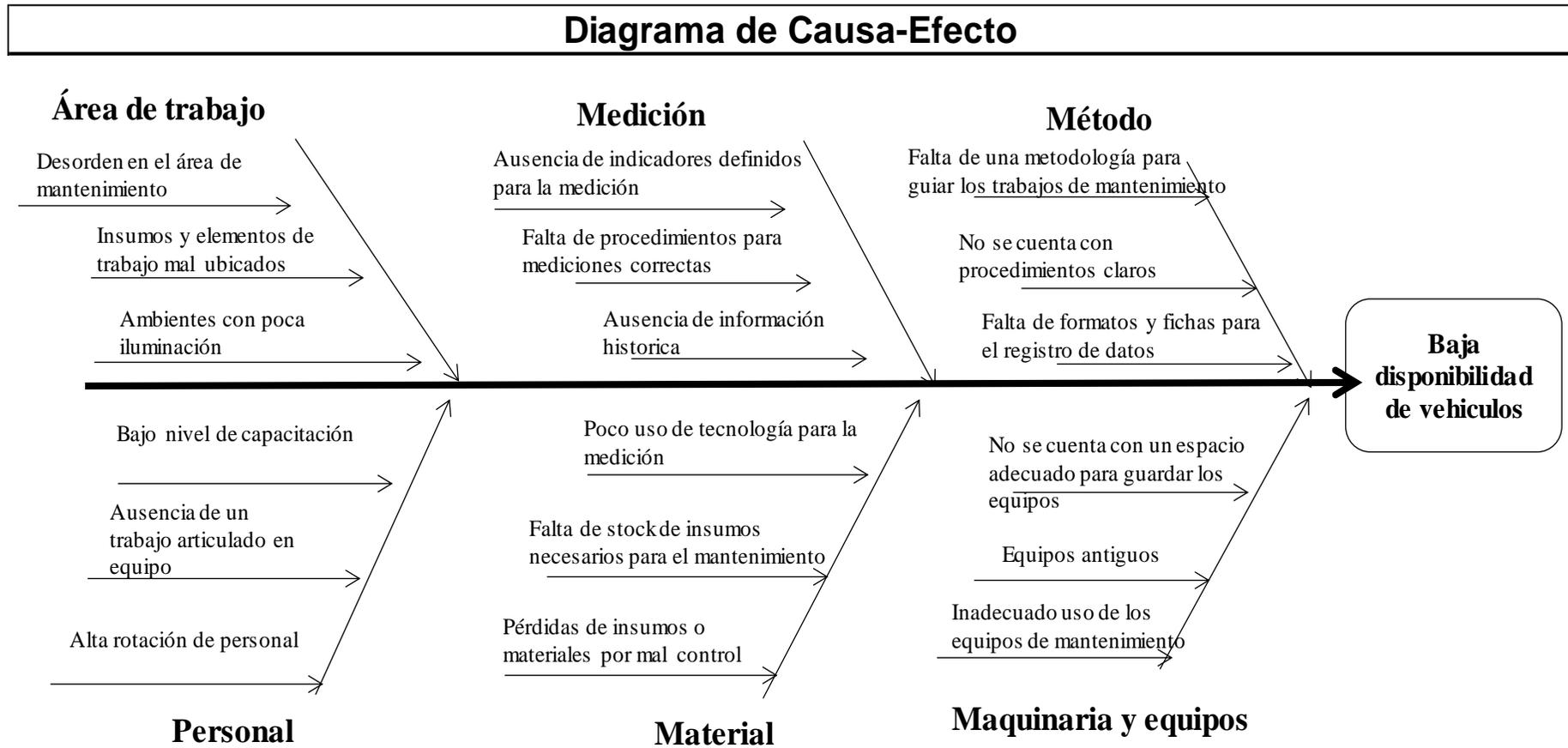
El análisis inicial determina un comportamiento irregular de la disponibilidad, dado que no se ha logrado un crecimiento sostenido en base a un inadecuado sistema de la gestión del mantenimiento. Los resultados previos evidencian que los resultados se encuentran cercanos al 50.1%, en promedio.

3.3. Análisis de la problemática inicial del sistema de mantenimiento

Haciendo un recorrido y analizando los problemas que inciden en el mal desempeño de las unidades vehiculares de carga, se podría precisar que hay aspectos en la jefatura que indican negativamente su mal funcionamiento, como por ejemplo una irregularidad donde se encuentran todos los materiales importantes, haciendo mantenimiento, suciedad y su lugar equivocado, entre otros. En primer término, se ha desarrollado un diagrama de Ishikawa para organizar todas las deficiencias.

Figura 7

Diagrama de causa – efecto



Nota. Elaboración propia

El análisis de causa – efecto a través del diagrama de Ishikawa ordena las deficiencias a través de los enfoques de área de trabajo, medición, método, mano de obra, materiales y maquinaria; la evaluación se orienta en la baja disponibilidad operativa de vehículos. A fin de determinar el impacto de cada una de estas causas se procedió a consultar a 5 expertos en el área para puntuar su influencia sobre el problema principal en donde el valor de 10 corresponde al mayor grado y 0 al impacto de menor nivel. El resumen de las puntuaciones se presenta a continuación.

Tabla 5

Impacto de causas sobre el problema central

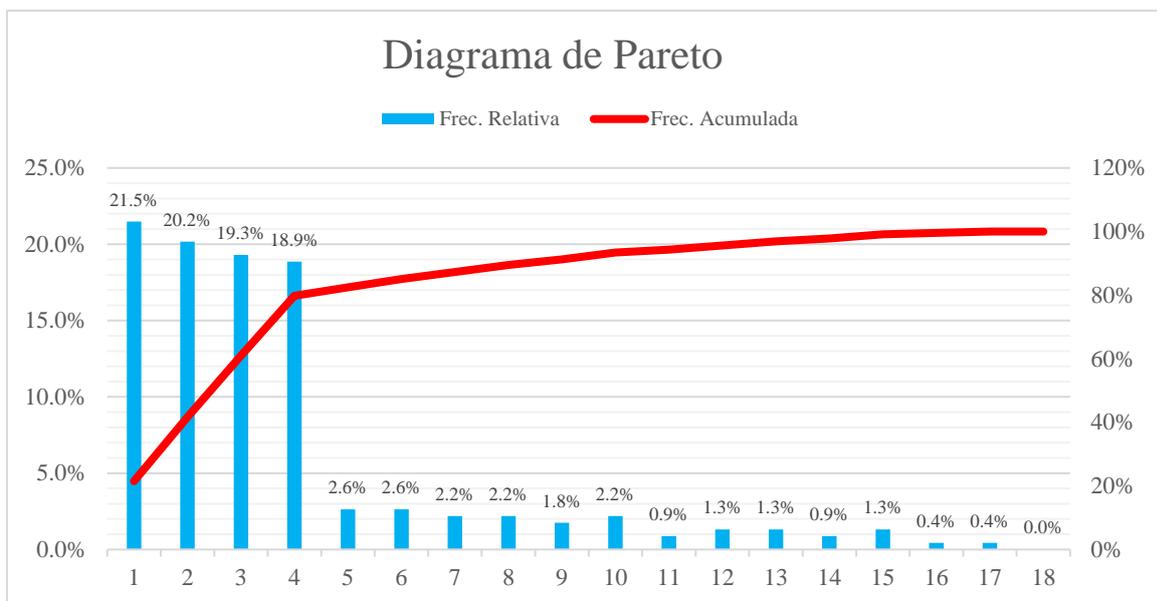
N°	Descripción de Partida	E1	E2	E3	E4	E5	Punt.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
1	Falta de una metodología	10	10	10	9	10	49	21.5%	21%
2	Ausencia de indicadores	9	9	9	10	9	46	20.2%	42%
3	Falta de formatos y fichas	9	9	8	9	9	44	19.3%	61%
4	No se cuenta con procedimientos	8	8	10	9	8	43	18.9%	80%
5	Bajo nivel de conocimientos	1	1	1	1	2	6	2.6%	82%
6	Ausencia de información histórica	1	1	1	1	2	6	2.6%	85%
7	Desorden en el área	1	1	1	1	1	5	2.2%	87%
8	Falta de stock de insumos	1	1	1	1	1	5	2.2%	89%
9	Inadecuado uso de los equipos	0	1	1	1	1	4	1.8%	91%
10	Falta de procedimientos	1	0	2	1	1	5	2.2%	93%
11	Ausencia de un trabajo articulado	0	0	1	0	1	2	0.9%	94%
12	Equipos antiguos	1	1	0	1	0	3	1.3%	96%
13	Insumos mal ubicados	0	1	0	0	2	3	1.3%	97%
14	Ambientes con poca iluminación	1	0	0	0	1	2	0.9%	98%
15	Poco uso de tecnología	0	1	1	0	1	3	1.3%	99%
16	Pérdidas de insumos	0	0	1	0	0	1	0.4%	100%
17	Espacio inadecuado	0	0	0	1	0	1	0.4%	100%
18	Alta rotación de personal	0	0	0	0	0	0	0.0%	100%
	Total						228	100%	

Nota. Elaboración propia

La tabla anterior refleja que el factor con mayor importancia e impacto sobre la baja disponibilidad fue la falta de una metodología de gestión del mantenimiento con una frecuencia de 21.5%, seguido por la ausencia de indicadores con el 20.2%. Otras causas importantes mencionan la falta de fichas y formatos con 19.3% y no contar con procedimientos con el 18.9%; a partir de esta causa, las demás deficiencias solo aportan menos del 3% sobre el problema central. El análisis gráfico del escenario se presenta a través del siguiente diagrama de Pareto.

Figura 8

Diagrama de Pareto

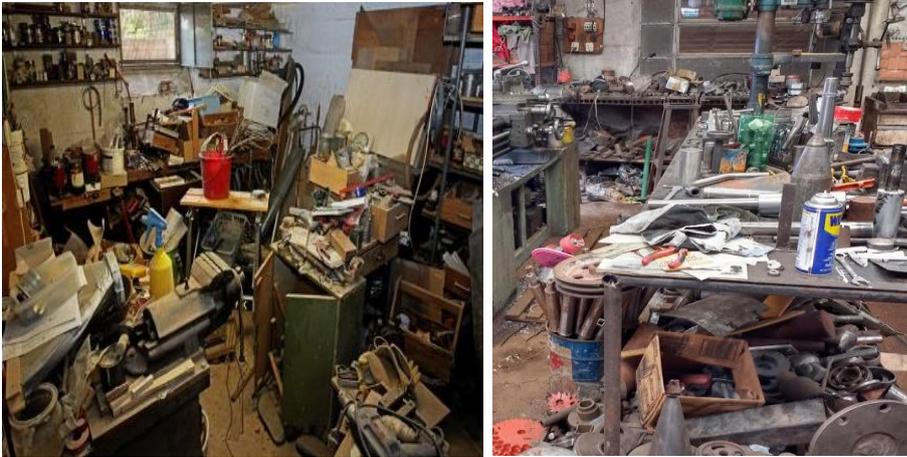


Nota. Elaboración propia

La figura anterior revela que se cumple con el principio de Pareto en donde el 20% de las causas explican el 80% del problema, es decir, las deficiencias respecto a la falta de una metodología, la ausencia de indicadores, la falta de formatos y no contar con procedimientos de trabajo explican en gran medida la baja productividad de los equipos; por lo tanto, es necesario plantear acciones correctivas bajo estos lineamientos para generar un alto impacto en la realidad de la empresa.

Figura 9

Evidencias de la problemática de mantenimiento



Nota: Imágenes tomadas en la compañía H&SLCI.

3.4. Implementación del Mantenimiento Preventivo

En primer término, es necesario contar con un plan estratégico que refleje el detalle de los objetivos a corto, mediano y largo plazo de los trabajos de mantenimiento; todo orientado hacia la alta disponibilidad; por lo tanto, se presenta un diagrama de Gantt donde se resumen las actividades a realizar como parte de la propuesta de mejora.

La implementación del mantenimiento preventivo se refleja a través de un conjunto de actividades claves para un cambio positivo, tales como los lineamientos de mantenimiento preventivo, el mantenimiento de caja de cambios y rectificación del tapón de aceite, el mantenimiento de un diferencial, el desarrollo del diagrama de análisis del proceso mejorado para el mantenimiento preventivo, el uso de formatos de control de mantenimiento y la programación en un cronograma de los trabajos preventivos.

Tabla 6

Diagrama de Gantt de plan para la implementación

Actividades	Mes de implementación																														
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	Día 27	Día 28	Día 29	Día 30	
Lineamientos de Mantenimiento Preventivo (PM)	■	■	■																												
Parámetros de adecuación del PM			■	■	■																										
Historial de equipos						■	■																								
Análisis de fallas							■	■																							
Procedimiento Escrito de Trabajo									■	■	■	■																			
Diagrama de flujo de gestión de PM												■	■	■	■																
Registro de repuestos e insumos para PM																	■	■													
Control de stock en almacén																		■	■	■											
Análisis RCM																				■	■	■	■								
Formatos de gestión de PM																						■	■	■	■	■					
Programación de PM																													■	■	■

Nota. Elaboración propia

La tabla anterior muestra el plan estratégico para el mantenimiento a través de un cronograma de ejecución para las actividades del mantenimiento preventivo de la propuesta de mejora orientada hacia el incremento de la disponibilidad, todo ello durante un horizonte de 1 mes. Las actividades inician con la determinación de lineamientos de Mantenimiento Preventivo para luego evaluar los parámetros de adecuación. A partir de ello, se procede a detallar el historial de equipos y su análisis de fallas, lo cual indicará los aspectos más críticos que deben tomarse en cuenta en el corto plazo.

Asimismo, el desarrollo de un Procedimiento Escrito de Trabajo (PET) para los trabajos de mantenimiento se orientan a la estandarización del proceso, lo que permite reducir los tiempos de espera; por otro lado, se diseñaron diagrama de flujo de gestión para el Mantenimiento Preventivo. Otro aspecto importante fue el registro de repuestos e insumos junto con el control de stock en almacén a fin de conservar los elementos más importantes. Un aspecto complementario se observa en el análisis RCM para mejorar la confiabilidad del equipo, lo cual se apoya en los formatos de gestión y la programación del Mantenimiento Preventivo

- **Lineamientos de mantenimiento preventivo**

La primera actividad desarrolla los lineamientos del mantenimiento preventivo que es un paso clave para gestionar los activos; en este punto se detallan los aspectos más relevantes a tomar en cuenta dentro del mantenimiento y velar por la conservación de los vehículos, así como su operatividad en las funciones. En este sentido, se ha diseñado un check list de lineamientos que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 7

Lineamientos de la adecuación del mantenimiento preventivo

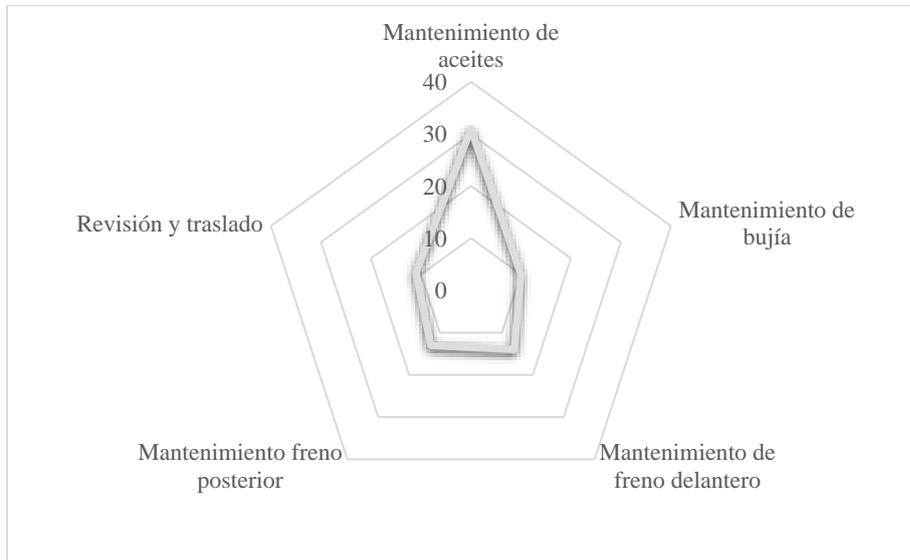
H&S Logistic Cargo e inversiones EIRL							
Área de trabajo	Mantenimiento						
Actividades	Servicio de mantenimiento preventivo						
Producto	Mantenimiento preventivo						
Lugar	Cal. So Tco 3ra Fulgencio Abad Mza. H Lote. 2a Fnd. Campoy						
Elaborado por					Fecha de elaboración		
Procesos	Nº	Descripción de actividades	Calificación				Evaluación
			0 No hay cumplimiento	1 un 30% de cumplimiento	2 Cumple al 65%	3 Cumple a un 95%	
Mantenimiento de aceites	1	Recepcionar unidad vehicular				3	3
	2	Revisión del vehículo				3	3
	3	Firma de orden de servicio			2		2
	4	Asignar mecánico			2		2
	5	Traslado de vehículo a zona de mantenimiento				3	3
	6	Seleccionar herramientas necesarias				3	3
	7	Elevar vehículo			2		2
	8	Abrir carter			2		2
	9	Drenar Aceite				3	3
	10	Cambio de filtro			3		3
	11	Llenar aceite nuevo				3	3
	12	Verificar nivel de aceite			2		2
						Total	31
Mantenimiento de bujía	13	Elegir herramientas para bujías			2		2
	14	Revisar bujías				3	3
	15	Sacar bujías				3	3
	16	Colocar bujía nueva			2		2
						Total	10
Mantenimiento de freno delantero	17	Revisión de frenos delanteros			2		2
	18	Retirar llantas delanteras			2		2
	19	Extraer caliper del freno delantero			2		2
	20	Verificar estado del caliper			2		2
	21	Revisión de pastillas de freno			2		2
	22	Cambio de caliper			2		2
	23	Colocar llantas delanteras			2		2
						Total	14
Mantenimiento freno posterior	24	Buscar llaves para revisión de frenos posteriores			2		2
	25	Retiro de llantas posteriores			2		2
	26	Extraer tambor de freno			2		2
	27	Verificar estado de las zapatas			2		2
	28	Corregir, limpiar zapatas y tambor		1			1
	29	Colocar tambor			2		2
	30	Colocar llantas posteriores			2		2
						Total	13
Revisión y traslado	31	Verificar presión de aire de las llantas		1			1
	32	Revisar funcionalidad de luces delanteras		1			1
	33	Revisar funcionalidad de luces traseras		1			1
	34	Revisar funcionalidad de luces internas		1			1
	35	Revisar funcionalidad de limpiaparabrisas		1			1
	36	Revisar estado de batería		1			1
	37	Revisar fajas		1			1
	38	Revisar estado del tablero	0				0
	39	Revisar bocina	0				0
	40	Revisar cinturones de seguridad		1			1
41	Trasladar vehículo a la zona de despacho				3	3	
						Total	11
Total							79

Nota. Elaboración propia

En la tabla se muestran los lineamientos para la adecuación del mantenimiento preventivo orientado en incrementar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, en que arrojó los siguientes resultados:

Figura 10

Radar de parámetros de adecuación del mantenimiento preventivo



Nota. Elaboración propia

El análisis anterior indica que la compañía H&SLCI no realiza las labores de mantenimiento preventivo en sus vehículos de transporte. Los datos muestran que los indicadores de mantenimiento del freno posterior, el mantenimiento de aceites, el mantenimiento del freno delantero, la revisión y el traslado, y el mantenimiento de las bujías se situaron en un 41%, 31%, 14%, 11% y 10% respectivamente.

- **Historial de equipos**

Por otro lado, es importante contar con un registro de los equipos que posee la empresa, así como el detalle de la marca, serie, vida útil estimada, cantidad de cada una, estado de conservación, uso frecuente, detalles de mantenimiento y la ubicación; todo ello se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8

Historial de equipos

Nº	CODIGO	MARCA	SERIE	VIDA UTIL (AÑOS)	CANTIDAD	ESTADO	USO	MANTENIMIENTO	UBICACIÓN
1	OM-CA-VH-01	ISUZO	CDS - 756	10	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	PLANTA
2	OM-CA-VH-02	TOYOTA	RLU - 808	10	1	BUENO	SI		PLANTA
3	OM-OF-PC-01	ISUZO	00179-40509-9890	3	1	BUENO	SI		EN USO
4	OM-BD-CN-01	ISUZO	16.3935.14.01	5	1	BUENO	SI		EN USO
5	OM-CO-ES-01	ISUZO	N.A.	10	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	EN USO
6	OM-CO-ES-02	ISUZO	N.A.	10	1	BUENO	SI		EN USO
7	OM-CO-ES-03	ISUZO	N.A.	10	1	BUENO	SI		EN USO
8	OM-PT-HR-01	TOYOTA	N.A.	10	1	MALO	SI	Requiere trabajos correctivos	EN USO
9	OM-CO-NV-01	TOYOTA	402MRTTOX473	5	1	BUENO	SI		EN USO
10	OM-OF-IM-01	TOYOTA	CN2481607Z	3	1	BUENO	SI		EN USO
11	OM-PA-LA-01	ISUZO	W10552363	5	1	BUENO	SI		EN USO
12	OM-CO-LI-01	ISUZO	N.A.	5	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	EN USO
13	OM-CO-LI-02	NISSAN	N.A.	5	1	BUENO	SI		EN USO
14	OM-CO-NV-02	ISUZO	140400202	5	1	BUENO	SI		EN USO
15	OM-CA-VH-03	ISUZO	CDS - 757	5	1	BUENO	SI		EN USO
16	OM-CA-VH-04	ISUZO	RLU - 809	5	1	BUENO	SI		EN USO
17	OM-OF-PC-02	TOYOTA	00179-40509	5	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	PLANTA
18	OM-BD-CN-02	TOYOTA	16.3935.14.02	4	1	BUENO	SI		PLANTA
19	OM-CO-ES-04	ISUZO	N.A.	3	1	BUENO	SI		EN USO
20	OM-CO-ES-05	ISUZO	N.A.	4	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	EN USO
21	OM-CO-ES-06	NISSAN	N.A.	5	1	MALO	SI		TALLER
22	OM-PT-HR-02	NISSAN	N.A.	4	1	BUENO	SI		EN USO
23	OM-CO-NV-02	ISUZO	402MRTTOX474	3	1	BUENO	SI		EN USO
24	OM-OF-IM-02	ISUZO	CN2481607Z	4	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	PLANTA
25	OM-PA-LA-02	ISUZO	W10552364	5	1	BUENO	SI		EN USO
26	OM-CO-LI-03	ISUZO	N.A.	4	1	BUENO	SI		PLANTA
27	OM-CO-LI-04	ISUZO	N.A.	3	1	REGULAR	SI	Requiere trabajos correctivos	EN USO
28	OM-CO-NV-03	TOYOTA	140400203	4	1	BUENO	SI		EN USO
29	OM-CA-VH-05	TOYOTA	CDS - 758	5	1	BUENO	SI		EN USO
30	OM-CA-VH-06	TOYOTA	RLU - 810	6	1	MALO	SI	Requiere trabajos correctivos	EN USO

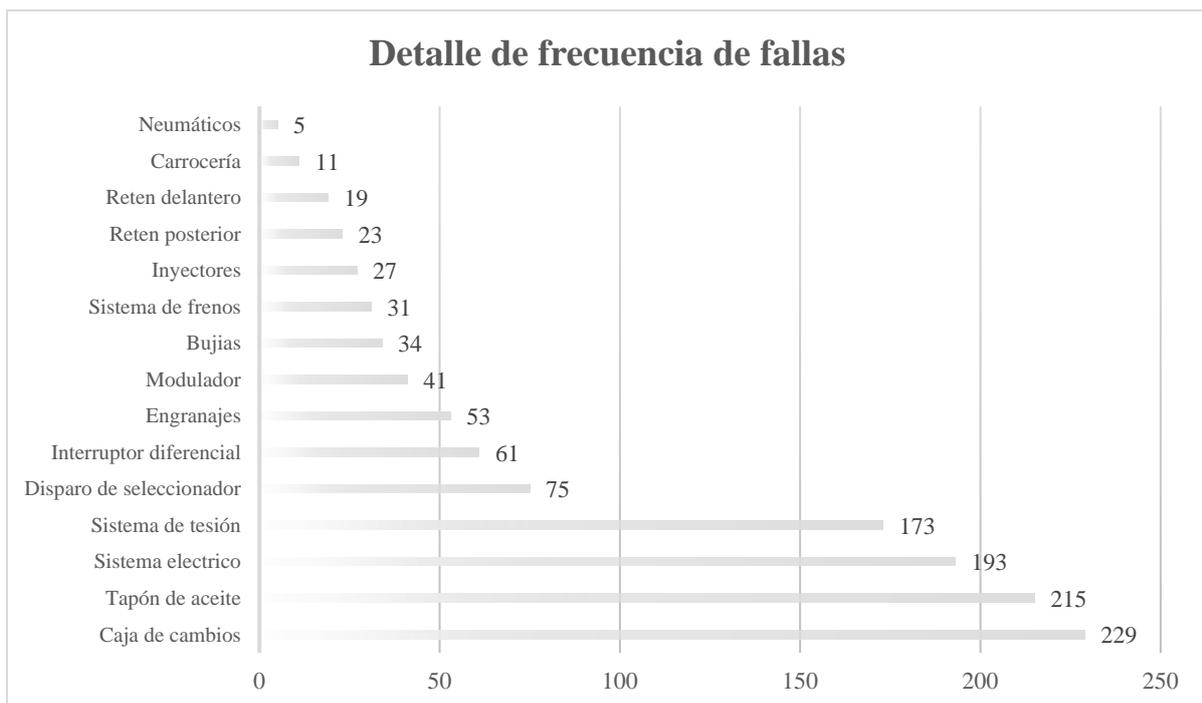
Nota. Elaboración propia

- **Análisis de fallas**

El análisis de fallas determina cuales son los aspectos más importantes a tomar en cuenta para el planteamiento de mejoras, dado que se deben concentrar los esfuerzos en los elementos más críticos, dado que un alto número de fallas afecta la disponibilidad operativa. En este sentido, a partir de los datos históricos sobre el número de averías, se ha detallado el motivo de cada falla y su nivel de frecuencia mediante la siguiente figura.

Figura 11

Detalle de frecuencia de fallas



Nota. Elaboración propia

El análisis de fallas ha determinado la presencia de 15 modos de fallos que suelen presentarse en las operaciones de equipos, en donde los errores más comunes se relacionan a la caja de cambios (229), seguido por problemas en el tampón de aceite (215), deficiencias en el sistema eléctrico (193) y el sistema de tensión (173). Otros

aspectos con menor frecuencia refieren las fallas el disparo de seleccionador (75) y el interruptor diferencia (53), luego de este punto, las demás fallas ocurren en menos de 50 oportunidades en total. A partir de los datos anteriores, se ha procedido a realizar un análisis de la frecuencia relativa y acumulada de cada una de las causas, lo que se detalla a continuación.

Tabla 9

Análisis de la frecuencia de fallas en equipos

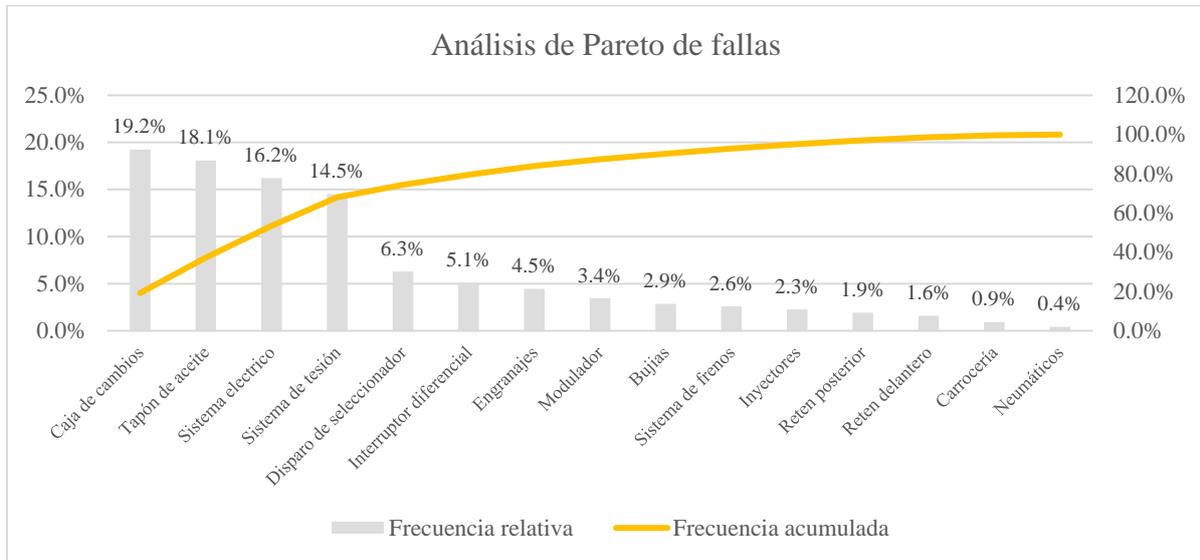
N°	Tipo de falla	Cantidad	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
1	Caja de cambios	229	19.2%	19.2%
2	Tapón de aceite	215	18.1%	37.3%
3	Sistema eléctrico	193	16.2%	53.5%
4	Sistema de tensión	173	14.5%	68.1%
5	Disparo de seleccionador	75	6.3%	74.4%
6	Interruptor diferencial	61	5.1%	79.5%
7	Engranajes	53	4.5%	83.9%
8	Modulador	41	3.4%	87.4%
9	Bujías	34	2.9%	90.3%
10	Sistema de frenos	31	2.6%	92.9%
11	Inyectores	27	2.3%	95.1%
12	Reten posterior	23	1.9%	97.1%
13	Reten delantero	19	1.6%	98.7%
14	Carrocería	11	0.9%	99.6%
15	Neumáticos	5	0.4%	100.0%
		1190	100.0%	

Nota. Elaboración propia

La tabla anterior indica la frecuencia relativa de cada falla, a fin de determinar el valor acumulado del impacto global. La causa más importante fue la caja de cambios con una frecuencia de 19.2% del total, seguido por el 18.1% de los problemas con el tapón de aceite y luego, de forma sucesiva, se narran las frecuencias relativas de cada una. A fin de desarrollar un análisis combinado entre las frecuencias relativas y acumuladas se presenta la siguiente figura.

Figura 12

Análisis de Pareto de frecuencia de fallas



Nota. Elaboración propia

El análisis de Pareto refiere que pocas causas explican gran parte del problema y en la figura anterior se observa el cumplimiento de dicho principio, dado que las cuatro primeras causas explican cerca del 70% del problema, lo cual se evidencia de forma gráfica en el corte de la curva con las barras; por lo tanto, la propuesta de mejora debe desarrollar lineamientos para la solución de los problemas en la caja de cambios, tapón de aceite, sistema eléctrico y sistema de tensión.

- **Análisis de Confiabilidad RCM**

En la búsqueda de la alta disponibilidad de equipos se ha considerado el análisis de confiabilidad a través de la metodología RCM, la cual se orienta al adecuado funcionamiento de equipos mediante la identificación de los aspectos más críticos en las fallas; a partir de ello, se listan tareas propuestos en consideración con la información de referencia y la evaluación de consecuencias. El análisis a detalle se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10

Hoja de decisión RCM

Hoja de decisión RCM								Área: Mantenimiento			
Vehículo	Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				Acción a falta de	Tarea Propuesta (Revisión o cambio)	Intervalo Inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
	FB	FM	FA	H	S	N	O				
OM-CA-VH-01		X		X				Incorrecta identificación	Caja de cambios	1S	Operario
OM-CA-VH-02			X	X			X	Trabajo preventivo	Tapón de aceite	5D	Operario
OM-OF-PC-01		X		X				Cambio de pieza	Sistema eléctrico	1S	Operario
OM-BD-CN-01		X		X				Trabajo correctivo	Sistema de tensión	4D	Operario
OM-CO-ES-01		X		X			X	Revisión a detalle	Disparo de selec.	3D	Operario
OM-CO-ES-02			X	X				Incorrecta identificación	Interruptor dif.	5D	Operario
OM-CO-ES-03			X	X				Revisión a detalle	Engranajes	1S	Operario
OM-PT-HR-01			X	X				Incorrecta identificación	Modulador	4D	Operario
OM-CO-NV-01		X		X			X	Trabajo correctivo	Bujías	D	Operario
OM-OF-IM-01		X					X	Incorrecta identificación	Sist. de frenos	1S	Operario
OM-PA-LA-01		X				X		Cambio de pieza	Inyectores	3D	Operario
OM-CO-LI-01			X				X	Trabajo preventivo	Caja de cambios	1S	Operario
OM-CO-LI-02		X					X	Cambio de pieza	Tapón de aceite	4D	Operario
OM-CO-NV-02		X					X	Trabajo correctivo	Sistema eléctrico	1S	Operario
OM-CA-VH-03			X				X	Incorrecta identificación	Caja de cambios	1S	Operario
OM-CA-VH-04			X				X	Trabajo preventivo	Tapón de aceite	8D	Operario
OM-OF-PC-02			X				X	Revisión a detalle	Sistema eléctrico	10D	Operario
OM-BD-CN-02	X			X				Trabajo correctivo	Caja de cambios	5D	Operario
OM-CO-ES-04	X			X				Revisión a detalle	Tapón de aceite	6D	Operario
OM-CO-ES-05	X			X				Trabajo preventivo	Sistema eléctrico	1S	Operario
OM-CO-ES-06	X			X				Cambio de pieza	Sistema de tensión	10D	Operario
OM-PT-HR-02	X			X				Cambio de pieza	Disparo de selec.	8D	Operario
OM-CO-NV-02		X					X	Incorrecta identificación	Interruptor dif.	5D	Operario
OM-OF-IM-02			X			X		Trabajo preventivo	Sist. de frenos	1S	Operario
OM-PA-LA-02		X		X				Cambio de pieza	Inyectores	4D	Operario
OM-CO-LI-03		X		X			X	Revisión a detalle	Caja de cambios	D	Operario
OM-CO-LI-04			X	X				Trabajo preventivo	Caja de cambios	1S	Operario
OM-CO-NV-03		X				X		Cambio de pieza	Tapón de aceite	3D	Operario
OM-CA-VH-05			X				X	Incorrecta identificación	Sistema eléctrico	1S	Operario
OM-CA-VH-06		X					X	Trabajo preventivo	Engranajes	1S	Operario

Dónde: FB: Frecuencia baja, FM: Frecuencia media; FA: Frecuencia alta; H: Fallas ocultas; S: Fallas de seguridad y ambiente; O: Fallas operacionales; N: Fallas no operaciones

Nota. Elaboración propia

El análisis anterior ha listado los vehículos de la empresa y la primera información de referencia muestra la frecuencia de fallas, tanto a nivel bajo, medio y alto; por otro lado, se han detallado 4 tipos de consecuencias en las operaciones, tales como fallas ocultas, fallas de seguridad y ambiente, fallas operaciones y fallas no operacionales. A partir de ello, se han evaluado las causas que originan el problema y se han planteado trabajos propuestos durante un intervalo de tiempo; adicionalmente, se comenta sobre el personal encargado de las labores a fin de controlar los avances y velar por la mejora de la disponibilidad del equipo.

La hoja de decisión RCM es una herramienta importante dentro de la gestión del mantenimiento dado que permite organizar los trabajos según las características del problema en cada equipo (vehículo) a través de decisiones lógicas importantes en la búsqueda de un mejor funcionamiento.

- **Procedimientos de trabajo**

A fin de mejorar las actividades del mantenimiento de vehículos, es importante contar con un procedimiento de trabajo que refleje lineamientos básicos para las operaciones. En este sentido, se han tomado en cuenta aspectos como el objetivo del mantenimiento, las metas, alcance, material de consulta, responsabilidades, recursos y descripción del procedimiento, tal como se detalla en la siguiente figura.

Figura 13

Procedimiento Escrito de Trabajo (PET) para el mantenimiento de vehículos

PR- 01	Procedimiento para la mantenimiento de vehículos	Pag. 01
Version 01		/ /2022
<p>I. Obejivo La finalidad del presente documento es determinar una metodología para el desarrollo de las actividades en el programa ROM Para lograr un trabajo estandarizado se debe cumplir con la secuencia de las actividades en el tiempo determinado. Cuando este cumplimiento sea el adecuado se logaran resultados mas eficientes, con un minimo margen de error y sin accidentes.</p> <p>II. Meta Tener el total de los trabajadores capacitados para las actividades de mejora, para lo cual deben desarrollar sus habilidades estrategicas</p> <p>III. Alcance Este plan debe ser aplicado a todo el personal, tanto al área administrativa, técnica yoperacional</p> <p>IV. Material a consultar *Material proporcionado por proveedores * Flujoograma de trabajo estandarizado *Evaluaciones de desempeño *Formatos de capacitación</p> <p>V. Responsabilidad *En los equipos de trabajo formados, el encargado debe velar por el cumplimiento de los planes de accion *El jefe del área debe velar por la capacitación en habilidades es estrategicas</p> <p>VI. Recursos *Recurso humano de trabajadores ypersonal técnico *Recursos materiales como pizarras, plumones, lapices, hojas, entre otros.</p> <p>VII. Descripción del procedimiento o Temario Definición de trabajo estandarizado Determinación de los componentes Descripción de procedimientos estandarizados Determinación lógica de actividades Uso de herramientas para la implementación Explicar los procesos a seguir Beneficios de la estandarización Auditorias ycontroles</p>		

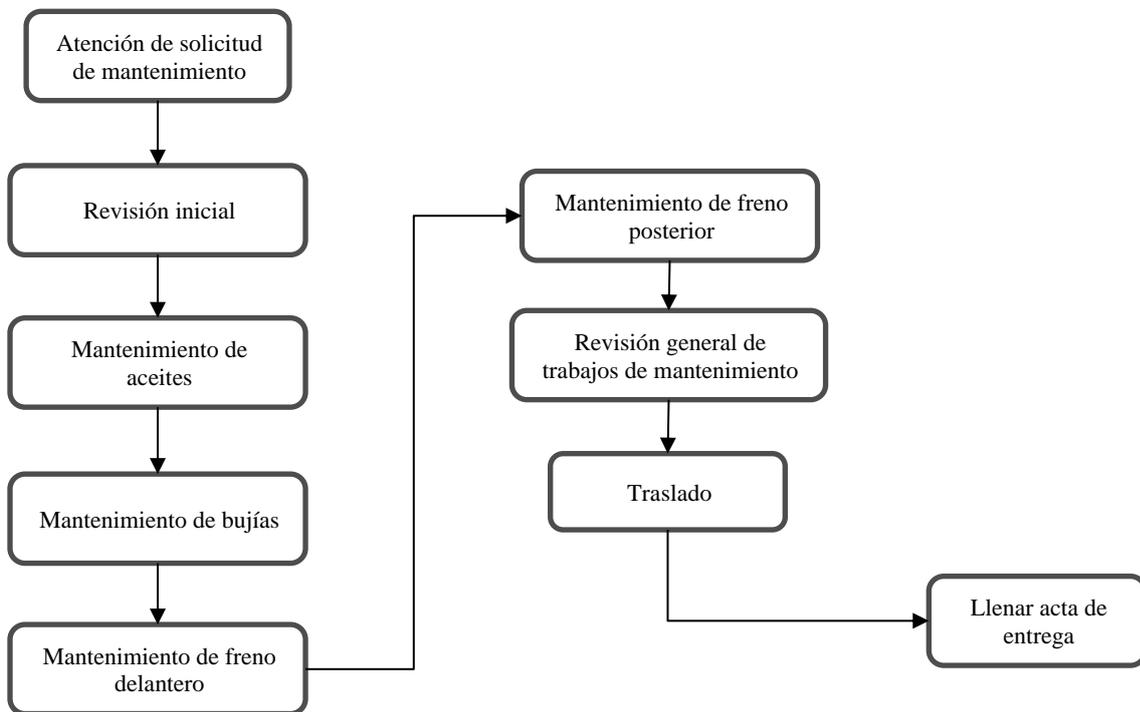
Nota. Elaboración propia

- **Flujograma de Mantenimiento Preventivo**

La gestión del mantenimiento requiere con la identificación de actividades claves para el trabajo, por lo que se ha desarrollado un flujograma de trabajo preventivo genera que luego se explica a detalla en un diagrama de análisis del proceso mejorado.

Figura 14

Flujograma de mantenimiento preventivo de vehículos



Nota. Elaboración propia

El análisis anterior menciona actividades para el mantenimiento como la atención de solicitud, revisión inicial, trabajos de mantenimiento de aceite, bujías, freno delantero y posterior, luego una revisión general y el traslado para el llenado de actas de entrega. El detalle de los pasos a seguir para cada actividad se detalla en el siguiente punto del diagrama de análisis del proceso mejorado.

- **Diagrama de análisis del proceso mejorado para el mantenimiento preventivo**

Después de llevar a cabo los pasos anteriores para acrecentar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL, se procedió a crear un diagrama de la estructura del MP.

Figura 15

Diagrama de análisis del proceso mejorado

Diagrama de análisis de proceso del servicio preventivo							
H&S Logistic Cargo e inversiones EIRL		Método		Actividad		Pretest	Post test
		Pretest	Post test	Operación	○		
Área de trabajo	Mantenimiento			Transporte	⇒		0
Actividades	Servicio de mantenimiento preventivo		x	Inspección	□		5
Producto	Mantenimiento preventivo			Espera	D		0
Lugar	Cal. So Tco 3ra Fulgencio Abad Mza. H Lote. 2a Fnd. Campoy			Almacén	▽		0
Elaborado por		Fecha de elaboración		Total actividades			
				Tiempo			
Procesos	Nº	Descripción de actividades	Simbología				Observaciones
			○	⇒	□	D	
Mantenimiento de aceites	1	Recepcionar unidad vehicular	x				
	2	Revisión del vehículo	x				
	3	Firma de orden de servicio	x				
	4	Asignar mecánico	x				
	5	Traslado de vehículo a zona de mantenimiento	x				
	6	Seleccionar herramientas necesarias	x				
	7	Elevar vehículo	x				
	8	Abrir carter	x				
	9	Drenar Aceite	x				
	10	Cambio de filtro			x		
	11	Llenar aceite nuevo	x				
	12	Verificar nivel de aceite	x				
Mantenimiento de bujía	13	Elegir herramientas para bujías	x				
	14	Revisar bujías			x		
	15	Sacar bujías	x				
Mantenimiento de freno delantero	16	Colocar bujía nueva	x				
	17	Revisión de frenos delanteros			x		
	18	Retirar llantas delanteras	x				
	19	Extraer caliper del freno delantero	x				
	20	Verificar estado del caliper	x				
	21	Revisión de pastillas de freno			x		
	22	Cambio de caliper	x				
Mantenimiento freno posterior	23	Colocar llantas delanteras	x				
	24	Buscar llaves para revisión de frenos posteriores	x				
	25	Retiro de llantas posteriores	x				
	26	Extraer tambor de freno			x		
	27	Verificar estado de las zapatas	x				
	28	Corregir, limpiar zapatas y tambor	x				
Revisión y traslado	29	Colocar tambor	x				
	30	Colocar llantas posteriores	x				
	31	Verificar presión de aire de las llantas	x				
	32	Revisar funcionalidad de luces delanteras	x				
	33	Revisar funcionalidad de luces traseras	x				
	34	Revisar funcionalidad de luces internas	x				
	35	Revisar funcionalidad de limpiaparabrisas	x				
	36	Revisar estado de batería	x				
	37	Revisar fajas	x				
	38	Revisar estado del tablero	x				
	39	Revisar bocina	x				
	40	Revisar cinturones de seguridad	x				
	41	Trasladar vehículo a la zona de despacho	x				
Total			36	0	5	0	0

Nota. Elaboración propia

- **Registro de repuestos para mantenimiento**

En los trabajos de mantenimiento preventivo es importante contar con una serie de repuestos e insumos claves para asegurar el adecuado funcionamiento de los vehículos, muchas veces los trabajos se retrasan por la falta de recursos y la poca planificación en las actividades de mantenimiento; a partir de la identificación de

fallas y el diseño de un cronograma preventivo, se ha visto en la necesidad de contar con elementos claves para el cambio. Por lo tanto, se ha diseñado una lista de los aspectos con mayor importancia, la cual se resume a continuación.

Tabla 11

Registro de repuestos para Mantenimiento Preventivo

N°	Descripción	Cantidad	Utilidad
1	retenes delanteros	20	Reducción de fallas
2	grasa amaly	20	Insumo para reducir fallas
3	jebes de bombin de frenos	40	Necesario para trabajo preventivo
4	silicona mega Grey	50	Insumo para reducir fallas
5	lija N° 40	50	Necesario para trabajo preventivo
6	Galón de combustible para limpieza	50	Necesario para trabajo preventivo
7	retenes interno posterior	30	Necesario para trabajo preventivo
8	retenes externo posterior	30	Cambio en vehículos críticos
9	jebes de bombín de freno	50	Necesario para trabajo preventivo
10	Silicona Mega Grey	15	Insumo para reducir fallas
11	Lija N° 40	50	Necesario para trabajo preventivo
12	Galón de combustible para limpieza	50	Necesario para trabajo preventivo
13	Oring de inyector A y B	20	Cambio en vehículos críticos
14	Material procesivo preventivo FW	20	Cambio en vehículos críticos
15	Asiento de inyector A	15	Cambio en vehículos críticos
16	Empaque de inyector	15	Insumo para reducir fallas
17	toberas	20	Cambio en vehículos críticos
18	M-GREASE XHP 222 DRUM 650288	10	Necesario para trabajo preventivo
19	Filtro PSV Respirador Carter EUR III	10	Necesario para trabajo preventivo
20	M-DELVAC 15W40 (208 LT) 650144	10	Necesario para trabajo preventivo

Nota. Elaboración propia

El listado anterior detalla al menos 17 elementos necesarios para planificar los trabajos preventivos. De acuerdo con las fallas más importantes y la frecuencia de cada una se han calculado las piezas como retenes, oring, empaques, toberas, entre otros; además de contar con gran cantidad de insumos como grasa, jebes, siliconas, entre otros. De forma complementaria, se ha desarrollado un formato de control donde se puede contabilizar el consumo de cada uno durante las semanas del mes.

Tabla 12

Formato de control de repuestos para Mantenimiento Preventivo

INVENTARIO - STOCK EN ALMACÉN							
NOMBRE DEL ARTÍCULO	CATEGORÍA	TAMAÑO DEL ARTÍCULO (Bolsa, Caja, Kilos, etc.)	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	TOTAL
retenes delanteros							
grasa amaly							
jebes de bombin de frenos							
silicona mega Grey							
lija N° 40							
Galón de combustible para limpieza							
Servicio de 02 ruedas delanteras							
retenes interno posterior							
retenes externo posterior							
jebes de bombín de freno							
Silicona Mega Grey							
Lija N° 40							
Galón de combustible para limpieza							
Servicio de 02 ruedas posteriores							
Oring de inyector B							
Oring de inyector B							
Asiento de inyector A							
Empaque de inyector							
Servicio de Inyectores							
toberas							
Filtroo de aceite							
Empaque de tapón de drenaje aceite							
Elemento combustible							
M-GREASE XHP 222 DRUM 650288							
Elemento sedimentador							
Filtro PSV Respirador Carter EUR III							
Material procesivo preventivo FW							
M-DELVAC 15W40 (208 LT) 650144							

Nota. Elaboración propia

- Programa de Mantenimiento Preventivo**

Asimismo, se ha desarrollado un programa de Mantenimiento Preventivo agrupado por criterios en base a las fallas identificadas en el punto anterior, en tanto que los elementos más frecuentes poseen una periodicidad mas cercana, con intervalos semanales, quincenales, mensuales y bimensuales. A partir de ello, se desea un mejor funcionamiento de los equipos y la programación de trabajos ordenados no afectarán las operaciones. La organización del programa se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13

Programa de Mantenimiento Preventivo

N°	CODIGO	Frecuencia de trabajos de Mantenimiento Preventivo														
		Caja de cambios	Tapón de aceite	Sistema eléctrico	Sistema de tensión	Disparo de selec.	Interruptor dif.	Engranajes	Modulador	Bujías	Sist. de frenos	Inyectores	Reten posterior	Reten delantero	Carrocería	Neumáticos
1	OM-CA-VH-01	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	B	B	NR	NR	
2	OM-CA-VH-02	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B	NR	NR	
3	OM-OF-PC-01	S	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	
4	OM-BD-CN-01	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
5	OM-CO-ES-01	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
6	OM-CO-ES-02	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
7	OM-CO-ES-03	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
8	OM-PT-HR-01	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
9	OM-CO-NV-01	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B
10	OM-OF-IM-01	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
11	OM-PA-LA-01	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
12	OM-CO-LI-01	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
13	OM-CO-LI-02	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
14	OM-CO-NV-02	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
15	OM-CA-VH-03	S	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B
16	OM-CA-VH-04	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	M	M	M	M	M	B	B
17	OM-OF-PC-02	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B
18	OM-BD-CN-02	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
19	OM-CO-ES-04	Q	Q	Q	B	B	B	B	B	M	B	B	NR	NR	NR	B
20	OM-CO-ES-05	S	S	S	M	M	M	B	B	B	B	NR	NR	NR	NR	B
21	OM-CO-ES-06	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B
22	OM-PT-HR-02	S	S	S	M	M	M	B	B	B	B	NR	NR	NR	NR	B
23	OM-CO-NV-02	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
24	OM-OF-IM-02	S	S	S	M	M	M	B	B	B	B	NR	NR	NR	NR	B
25	OM-PA-LA-02	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B
26	OM-CO-LI-03	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
27	OM-CO-LI-04	S	S	S	M	M	M	B	B	B	B	NR	NR	NR	NR	B
28	OM-CO-NV-03	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B
29	OM-CA-VH-05	S	S	S	S	Q	Q	Q	Q	M	M	M	B	B	NR	NR
30	OM-CA-VH-06	S	S	Q	Q	Q	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B

Dónde: S = semanal; Q = quincenal; M = Mensual; B = Bimensual; NR = No Requiere

Nota. Elaboración propia

- **Mantenimiento de caja de cambios y rectificación del tapón de aceite**

La razón por la cual las unidades vehiculares tienen una transmisión automática es porque ofrece una experiencia de conducción más moderna, cómoda y conveniente. Sin embargo, dado que es un sistema muy avanzado, se debe tener especial cuidado para evitar dañarlo.

Figura 16

Trabajos de mantenimiento de rectificación del tapón de aceite



Nota. Elaboración propia

El mecanismo de cambio de marcha se controla automáticamente y maneja la dirección, la velocidad y el movimiento simultáneamente a través de aceites y engranajes. El mecanismo está compuesto por un sistema hidráulico, un par hidrodinámico y un modulador. Por esta razón, se coordinó con el jefe de mantenimiento para realizar el mantenimiento de la caja de cambios y el tapón de aceite para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

Figura 17

Trabajos de mantenimiento de caja de cambios



Nota: evidencia del mantenimiento de caja de cambios y rectificación del tapón de aceite.

- **Mantenimiento de un diferencial de un Toyota Hilux**

En colaboración con el personal de mantenimiento, se verificó la correcta operatividad de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Se comprobó el disparo del seccionador y se midió el disparo del interruptor diferencial de corriente para asegurarse de que todo el sistema eléctrico estaba funcionando correctamente.

Figura 18

Trabajos de mantenimiento de un diferencial de un Toyota Hilux



Nota: mantenimiento de un diferencial de un Toyota Hilux.

- **Formatos de control de mantenimiento**

Por otro lado, ha sido necesario el uso de formatos de control para las actividades de mantenimiento, dado que permiten un adecuado trabajo y es posible verificar el cumplimiento de cada punto en la realidad; asimismo, colaboran con la estandarización del proceso y ayuda a la gestión con los colaboradores de menor experiencia.

Figura 19

Formato de para trabajos de mantenimiento preventivo

		FICHA PARA MANTENIMIENTO						F01-PR-GTH-20
AREA							FECHA	
ENCARGADO								
ASPECTOS A VERIFICAR	CUMPLIMIENTO			GRADO DE ACCIÓN			OBSERVACIONES	
	SI	NO	NA	A	B	C		
				INMEDIATA	PRONTA	POSTERIOR		
Limpieza								
Limpieza lavado del serpentín								
requerimientos de materiales								
Limpieza del sistema eléctrico								
Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire								
Mantenimiento preventivo								
Lubricación								
Rodamientos								
Gas								
Funcionamiento operativo								
Conexión eléctrica								
Peldaños								
Banda								
Puntos internos								
Sistema eléctrico								
Cables eléctricos debidamente entubados.								
Los empalmes o conexiones estan en buen estado.								
Tomas e interruptores en buen estado								
Cables en buen estado.								
Los tableros, cajas y circuitos estan identificados.								
Los tableros y cajas estan libres de obstáculos.								
Existe señalización de peligros.								
PELIGRO MECANICO								
Equipos o herramientas en buen estado								
PREGUNTAS Y OBSERVACION DE TAREAS								
El personal tiene claro que hacer en caso de un incidente dentro del proceso de mantenimiento								
Se conoce el procedimiento para el mantenimiento además de las responsabilidades dentro de la empresa								
Los funcionarios, contratistas y colaboradores usan y cuidan sus EPP.								
COMENTARIOS								
AREA		CARGO				AREA		

Nota. Elaboración propia

El formato anterior cuenta con lineamientos para cumplir relacionados a la limpieza, el trabajo preventivo, mantenimiento del sistema eléctrico, gestión de peligros mecánicos y dudas complementarias que pueden ayudar a un mejor mantenimiento orientado a la calidad.

Figura 20

Formato de control y reporte de mantenimiento preventivo

	Proceso:		Código:	XXXXX
	Documento:		Versión:	1
	Fecha:		Páginas:	1 DE 1
CONTROL DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDAD				
UBICACIÓN				
NOMBRE DE QUIEN REPORTA				
FECHA DE REPORTE (dd/mm/aa)				
DESCRIPCION DEL ACTO OBSERVADO		DESCRIPCION DE LA CONDICION OBSERVADA		
ACCION CORRECTIVA INMEDIATA		SUGERENCIA PARA PREVENIR SU REPETICION		
ANALISIS				
ACEPTABLE	BAJO	MODERADO	ALTO	INTOLERABLE
ACCIONES CORRECTIVAS, PREVENTIVAS Y DE MEJORA TOMADAS				
RESPONSABLE DE LAS ACCIONES TOMADAS				
FECHA DE CIERRE DEL ACTO				
NOMBRE DEL FUNCIONARIO				

Nota. Elaboración propia

De forma complementaria, se han desarrollado formatos para el control de las actividades y la asistencia técnica; a partir de ello, se podrán formular actividades correctivas para la mejor conservación de vehículos. En la misma línea, en la siguiente figura se presenta un formato de informe técnico que colabora en la estandarización del proceso para la revisión de partes claves en los equipos.

Figura 21

Formato de informe técnico de mantenimiento preventivo

INFORME TÉCNICO DE SERVICIO		Código: FRT.22
		Versión: 05
		Pág. 1 de 2
NOMBRE DEL EQUIPO		Nº DE INVENTARIO
MANTENIMIENTO APLICADO		FECHA DE MANTENIMIENTO (DD/MM/AAAA)
<input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Verificación <input type="checkbox"/> Repotenciación		TIEMPO ESTIMADO DE MANTENIMIENTO TIEMPO UTILIZADO DE MANTENIMIENTO
FECHA ENTREGA EQUIPO:		Ubicación (Campus, edificio, Piso y Salón)
No de Solicitud	Tipo de Solicitud	
	<input type="checkbox"/> SIMAT <input type="checkbox"/> NO SIMAT	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>ELECTRÓNICA <input type="checkbox"/> Aplica <input type="checkbox"/> No aplica</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Verifica funcionamiento <input type="checkbox"/> Mantenimiento sistema óptico <input type="checkbox"/> Mantenimiento sistema mecánico <input type="checkbox"/> Mantenimiento y verificación de tarjetas <input type="checkbox"/> Mantenimiento de sistema eléctrico <input type="checkbox"/> Mantenimiento de fuente de energía </div> <div style="width: 30%;"> <p>ELECTRICIDAD <input type="checkbox"/> Aplica <input type="checkbox"/> No aplica</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Resistencias <input type="checkbox"/> Conectores (reapretar) <input type="checkbox"/> Termopar <input type="checkbox"/> Sensor (s) <input type="checkbox"/> Motor (s) <input type="checkbox"/> Cableado <input type="checkbox"/> Termostato <input type="checkbox"/> Cambio de escobillas <input type="checkbox"/> Revisión Eléctrica <input type="checkbox"/> Medición RPM <input type="checkbox"/> Borneras (reapretar) <input type="checkbox"/> Refractorio <input type="checkbox"/> Instrumentación <input type="checkbox"/> Fusibles <input type="checkbox"/> Contactores <input type="checkbox"/> Relevos <input type="checkbox"/> Térmico <input type="checkbox"/> Revisión Reloj <input type="checkbox"/> Ajustes mecánicos <input type="checkbox"/> SSR <input type="checkbox"/> Pulsadores <input type="checkbox"/> Pilotos de señalización <input type="checkbox"/> Medidas de tensión <input type="checkbox"/> Medidas de corriente <input type="checkbox"/> Medidas de resistencia <input type="checkbox"/> Medidas de aislamiento <input type="checkbox"/> Revisión Control de Velocidad <input type="checkbox"/> Lubricación <input type="checkbox"/> Mantenimiento </div> <div style="width: 30%;"> <p>MECÁNICA <input type="checkbox"/> Aplica <input type="checkbox"/> No aplica</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Servicio del taller de mecánica <input type="checkbox"/> Fabricación, repuestos en máquinas y herramientas <input type="checkbox"/> Mantenimiento parcial del equipo <input type="checkbox"/> Mantenimiento total o general mecánico <input type="checkbox"/> Cambio de rodamientos <input type="checkbox"/> Interventoría <input type="checkbox"/> Diseño y montaje de partes mecánicas <input type="checkbox"/> Urgencia técnica <input type="checkbox"/> Apoyo a otro taller <input type="checkbox"/> Apoyo a proyectos de grado <input type="checkbox"/> Compras de repuestos <input type="checkbox"/> Gestión técnicas con proveedores externo (mecánica) <input type="checkbox"/> Servicio a domicilio del servicio </div> </div>		
<p>REFRIGERACIÓN <input type="checkbox"/> Aplica <input type="checkbox"/> No aplica</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Revisión y ajustes del sistema eléctrico <input type="checkbox"/> Medición de corriente y tensión <input type="checkbox"/> Medición de presiones <input type="checkbox"/> Cambio de partes eléctricas <input type="checkbox"/> Cambio de partes mecánicas <input type="checkbox"/> Revisión de carga de refrigerante <input type="checkbox"/> Ajuste de carga de refrigerante <input type="checkbox"/> Lavado/Limpieza de serpentín evaporador <input type="checkbox"/> Lavado de filtros <input type="checkbox"/> Limpieza de desagües <input type="checkbox"/> Lavado/limpieza de serpentín condensador <input type="checkbox"/> Lubricación de Motores <input type="checkbox"/> Engrase de chumaceras <input type="checkbox"/> Alineación de poleas <input type="checkbox"/> Tensión de correas <input type="checkbox"/> Ajustes mecánicos <input type="checkbox"/> Pruebas y verificación de Funcionamiento 		

Nota. Elaboración propia

• **Programación de supervisiones de Mantenimiento Preventivo**

El cronograma de supervisiones mantenimiento preventivo permite organizar las labores a fin de supervisar el cumplimiento de las especificaciones para el trabajo según una programación organizada según las actividades de mantenimiento de aceites, bujía, freno delantero, freno posterior, revisión y traslado, mantenimiento externo, mantenimiento de motor y mantenimiento de sistema eléctrico; todo ello durante un horizonte de 12 meses, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 14

Programación de supervisiones de mantenimiento preventivo

PROGRAMA DE SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																
Principio	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4																																
Mantenimiento de aceites	■							■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■
Mantenimiento de bujía	■																																															
Mantenimiento de freno delantero	■																																															
Mantenimiento freno posterior	■																																															
Revisión y traslado	■																																															
Mantenimiento externo																																																
Mantenimiento de motor																																																
Mantenimiento de sistema eléctrico																																																

Nota. Elaboración propia

3.5. Análisis de resultados

Luego de aplicar los cambios necesarios para un mejor desempeño de las actividades, es necesario evaluar el nivel de mantenimiento preventivo, lo cual se expresa a través de sus indicadores de cumplimiento de mantenimiento fijado en tiempo y cumplimiento de mantenimiento fijado en condiciones, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 15

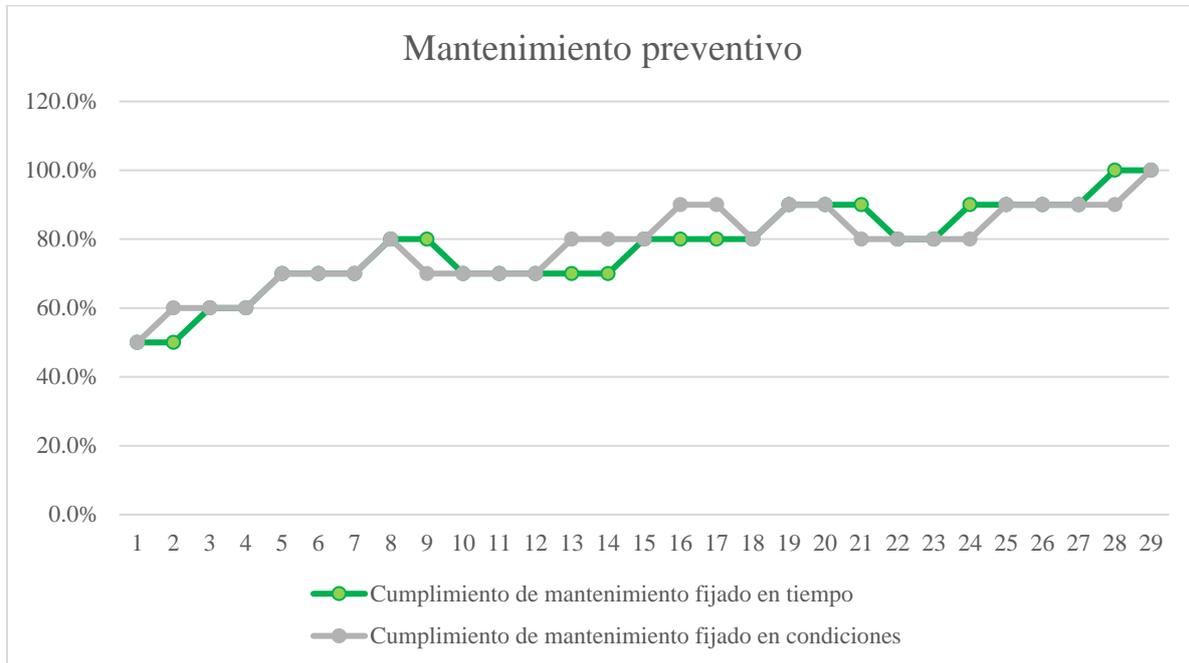
Indicadores del mantenimiento preventivo (posterior)

Periodos	Cumplimiento de mantenimiento fijado en tiempo			Cumplimiento de mantenimiento fijado en condiciones		
	Tareas Ejecutadas	Tareas Programadas	%	Tareas Ejecutadas	Tareas Programadas	%
1	5	10	50.0%	5	10	50.0%
2	5	10	50.0%	6	10	60.0%
3	6	10	60.0%	6	10	60.0%
4	6	10	60.0%	6	10	60.0%
5	7	10	70.0%	7	10	70.0%
6	7	10	70.0%	7	10	70.0%
7	7	10	70.0%	7	10	70.0%
8	8	10	80.0%	8	10	80.0%
9	8	10	80.0%	7	10	70.0%
10	7	10	70.0%	7	10	70.0%
11	7	10	70.0%	7	10	70.0%
12	7	10	70.0%	7	10	70.0%
13	7	10	70.0%	8	10	80.0%
14	7	10	70.0%	8	10	80.0%
15	8	10	80.0%	8	10	80.0%
16	8	10	80.0%	9	10	90.0%
17	8	10	80.0%	9	10	90.0%
18	8	10	80.0%	8	10	80.0%
19	9	10	90.0%	9	10	90.0%
20	9	10	90.0%	9	10	90.0%
21	9	10	90.0%	8	10	80.0%
22	8	10	80.0%	8	10	80.0%
23	8	10	80.0%	8	10	80.0%
24	9	10	90.0%	8	10	80.0%
25	9	10	90.0%	9	10	90.0%
26	9	10	90.0%	9	10	90.0%
27	9	10	90.0%	9	10	90.0%
28	10	10	100.0%	9	10	90.0%
29	10	10	100.0%	10	10	100.0%
		Promedio	77.6%	Promedio		77.9%

Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

Figura 22

Evolución del mantenimiento preventivo (posterior)



Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

El análisis anterior refleja una tendencia al alza del cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo, tanto en fijado en tiempo y en condiciones, lo cual revela que se han adoptado buenas prácticas en la gestión orientadas hacia el mejor desempeño y rendimiento del área.

Asimismo, es necesario conocer el impacto a través de la evolución histórica de los datos sobre la variable de interés, a saber, la disponibilidad operativa y sus dimensiones de fiabilidad, mantenibilidad y operatividad, lo cual se resume en la tabla a continuación.

Tabla 16

Indicadores de la disponibilidad (posterior)

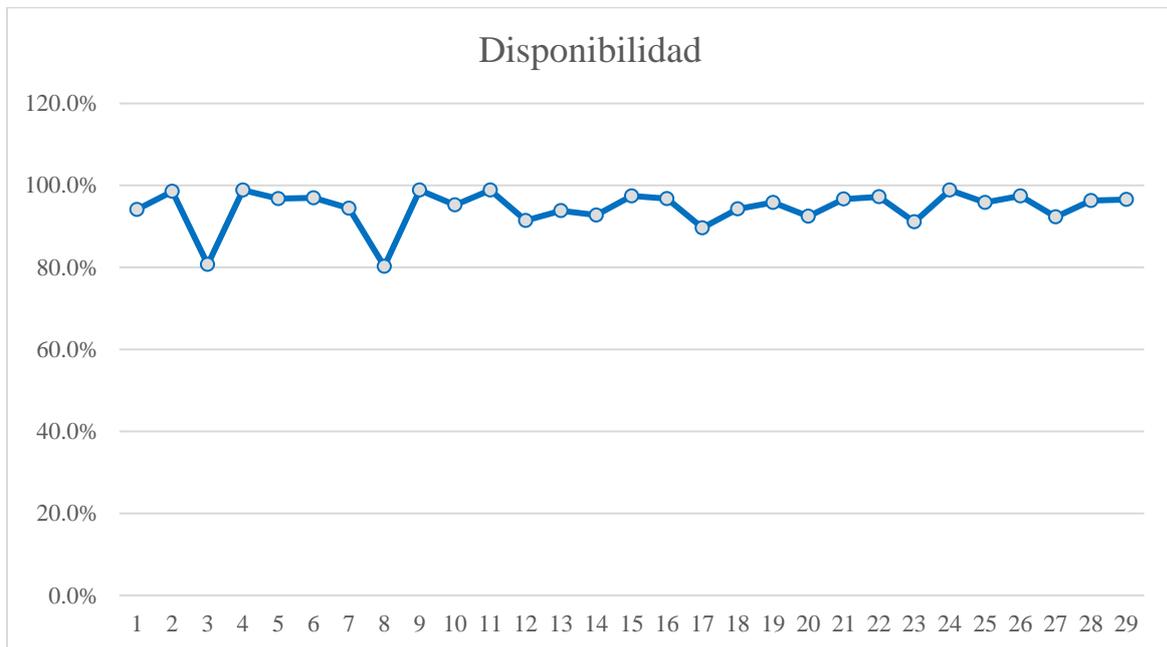
Periodos	Fiabilidad			Mantenibilidad			Operatividad			Disponibilidad
	Horas de operación	N° de fallas	% Total	Horas de fallas	N° fallas demandados	Total	Tiempo de fallas (horas)	Mantenibilidad	% Total	
1	24	17	1.41	20	2	10.0	15	5.00	3	94.1%
2	34	23	1.48	32	1	32.0	24	8.00	3	98.6%
3	23	19	1.21	40	1	40.0	32	32.00	1	80.7%
4	43	29	1.48	42	1	42.0	34	11.33	3	98.9%
5	45	31	1.45	62	2	31.0	54	18.00	3	96.8%
6	32	22	1.45	40	1	40.0	32	10.67	3	97.0%
7	34	24	1.42	40	2	20.0	32	10.67	3	94.4%
8	65	54	1.20	29	1	29.0	21	7.00	3	80.2%
9	43	29	1.48	31	2	15.5	23	7.67	3	98.9%
10	20	14	1.43	40	1	40.0	32	32.00	1	95.2%
11	43	29	1.48	31	1	31.0	23	23.00	1	98.9%
12	48	35	1.37	42	1	42.0	34	34.00	1	91.4%
13	38	27	1.41	40	1	40.0	32	10.67	3	93.8%
14	32	23	1.39	30	1	30.0	22	22.00	1	92.8%
15	38	26	1.46	31	2	15.5	23	7.67	3	97.4%
16	45	31	1.45	42	2	21.0	34	11.33	3	96.8%
17	39	29	1.34	40	1	40.0	32	10.67	3	89.7%
18	41	29	1.41	40	1	40.0	32	10.67	3	94.3%
19	23	16	1.44	42	1	42.0	34	34.00	1	95.8%
20	43	31	1.39	57	2	28.5	49	24.50	2	92.5%
21	29	20	1.45	53	1	53.0	45	45.00	1	96.7%
22	35	24	1.46	42	1	42.0	34	11.33	3	97.2%
23	41	30	1.37	44	2	22.0	36	18.00	2	91.1%
24	43	29	1.48	40	1	40.0	32	32.00	1	98.9%
25	23	16	1.44	42	2	21.0	34	11.33	3	95.8%
26	38	26	1.46	40	1	40.0	32	10.67	3	97.4%
27	36	26	1.38	62	2	31.0	54	18.00	3	92.3%
28	39	27	1.44	42	1	42.0	34	17.00	2	96.3%
29	42	29	1.45	51	2	25.5	43	14.33	3	96.6%
Promedio			1.42	Promedio		32.62	Promedio		2.34	94.5%

Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

El análisis anterior revela un mejor escenario a través de indicadores en promedio para la fiabilidad de 1.42, la mantenibilidad con 32.62 y la operatividad con 2.34 a partir de ello, se obtiene una disponibilidad en promedio de 94.5%.

Figura 23

Evolución de la disponibilidad (posterior)



Nota. Elaboración en base a los datos de la empresa.

El análisis inicial determina un comportamiento regular de la disponibilidad, dado que se ha logrado un crecimiento sostenido en base a un adecuado sistema de la gestión del mantenimiento preventivo. Los resultados previos evidencian que los resultados se encuentran cercanos al 94.5%, en promedio.

Análisis de normalidad de los datos

Una vez llevada a cabo la implementación del MP para incrementar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL en 2022, se llevaron a cabo pruebas de normalidad para comprobar las hipótesis de la investigación, en donde el criterio de aceptabilidad es que el Sig. < 0.05.

Tabla 17

Pruebas de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia de Disponibilidad	,334	29	,000	,756	29	,000
Diferencia de Fiabilidad	,134	29	,194	,960	29	,325
Diferencia de Mantenibilidad	,261	29	,000	,788	29	,000
Diferencia de Operatividad	,244	29	,000	,892	29	,006

Nota. Elaboración propia con el programa SPSS v.25

La tabla anterior muestra la prueba de normalidad realizada para evaluar la disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI. Se utilizó una muestra de 29 datos, debido a ello, se necesitó la ejecución de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, dando como resultado que se acepta la hipótesis alternativa (Ha) ya que los datos no siguen una distribución normal y se sugiere aplicar para muestras relacionadas la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por otro lado, la prueba de normalidad para la diferencia en la mantenibilidad arrojó una significancia de 0.000, lo que representa que los datos no siguen una distribución normal al ser menor a 0.05, por lo que se considera que también se debería aplicar la prueba no paramétrica Test de Wilcoxon.

3.5.1. Objetivo general: Determinar en qué medida la implementación del MP acrecentará la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.

La siguiente tabla muestra información detallada acerca de los datos recopilados durante un período de 29 días, tanto antes como después de la

implementación del MP para acrecentar la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga pertenecientes a la compañía H&SLCI, ubicada en SJL.

Tabla 18

Disponibilidad de las unidades vehiculares de carga antes y después

Elaborado por:		Pretest % Total	Disponibilidad	
N °	INDICADORES Días		Días	Post test % Total
01	01/12/2022	75.0	02/01/2023	90.9
02	02/12/2022	75.0	03/01/2023	97.0
03	03/12/2022	50.0	04/01/2023	97.6
04	04/12/2022	75.0	05/01/2023	97.7
05	05/12/2022	75.0	06/01/2023	96.9
06	06/12/2022	75.0	07/01/2023	97.6
07	07/12/2022	75.0	08/01/2023	95.2
08	08/12/2022	75.0	09/01/2023	96.7
09	09/12/2022	75.0	10/01/2023	93.9
10	10/12/2022	50.0	11/01/2023	97.6
11	11/12/2022	50.0	12/01/2023	96.9
12	12/12/2022	50.0	13/01/2023	97.7
13	13/12/2022	75.0	14/01/2023	97.6
14	14/12/2022	50.0	15/01/2023	96.8
15	15/12/2022	75.0	16/01/2023	93.9
16	16/12/2022	75.0	17/01/2023	95.5
17	17/12/2022	75.0	18/01/2023	97.6
18	18/12/2022	75.0	19/01/2023	97.6
19	19/12/2022	50.0	20/01/2023	97.7
20	20/12/2022	66.7	21/01/2023	96.6
21	21/12/2022	50.0	22/01/2023	98.1
22	22/12/2022	75.0	23/01/2023	97.7
23	23/12/2022	66.7	24/01/2023	95.7
24	24/12/2022	50.0	25/01/2023	97.6
25	25/12/2022	75.0	26/01/2023	95.5
26	26/12/2022	75.0	27/01/2023	97.6
27	27/12/2022	75.0	28/01/2023	96.9
28	28/12/2022	66.7	29/01/2023	97.7
29	29/12/2022	75.0	30/01/2023	96.2
Promedio		67.24	Promedio	96.6

Nota: Disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI antes y después de la implementación.

La investigación de la prueba de normalidad evidencio que los datos no se distribuyen normalmente, por lo que se aplicó el test de Wilcoxon para muestras relacionadas, el cual se refleja a continuación:

H0: La implementación de MP no incrementará la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022

Ha: La implementación de MP incrementará la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.

Tabla 19

Estadísticos de Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la disponibilidad

	Disposición 2 - Disposición 1
Z	-4,706
Sig. Asintótica (bilateral)	,000

Nota: resultados estadísticos de la prueba

Nota. Elaboración propia con el programa SPSS v.25

En conclusión, se puede afirmar que la implementación del MP mejoró la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL en 2022, tal y como lo señala la prueba realizada. Ahora bien, en lo referente a la correlación entre las variables, también se puede concluir que existe una relación directa entre ambas debido a que los valores de la variable dependiente (disposición) se ven incrementados al implementarse la variable independiente (Mantenimiento preventivo).

3.5.2. Objetivo específico: Determinar en qué medida la implementación del MP

incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.

La tabla siguiente muestra información detallada durante un período de 29 días antes y después de la ejecución de MP, y se puede observar que este proceso contribuirá a aumentar la fiabilidad.

Tabla 20

Fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de antes y después

Elaborado por:			FIABILIDAD Pretest		INDICADORES		FIABILIDAD Post test		
INDICADORES	Horas de operación	N° de fallas	% Total	N°	Días	Horas de operación	N° de fallas	% Total	
									N°
01	01/12/2022	32	43	0.74	01	02/01/2023	24	17	1.41
02	02/12/2022	34	46	0.74	02	03/01/2023	34	23	1.48
03	03/12/2022	23	42	0.55	03	04/01/2023	23	19	1.21
04	04/12/2022	43	47	0.91	04	05/01/2023	43	29	1.48
05	05/12/2022	45	48	0.94	05	06/01/2023	45	31	1.45
06	06/12/2022	32	35	0.91	06	07/01/2023	32	22	1.45
07	07/12/2022	34	39	0.87	07	08/01/2023	34	24	1.42
08	08/12/2022	65	69	0.94	08	09/01/2023	65	54	1.20
09	09/12/2022	43	47	0.91	09	10/01/2023	43	29	1.48
10	10/12/2022	20	21	0.95	10	11/01/2023	20	14	1.43
11	11/12/2022	43	45	0.96	11	12/01/2023	43	29	1.48
12	12/12/2022	48	49	0.98	12	13/01/2023	48	35	1.37
13	13/12/2022	38	41	0.93	13	14/01/2023	38	27	1.41
14	14/12/2022	32	34	0.94	14	15/01/2023	32	23	1.39
15	15/12/2022	38	39	0.97	15	16/01/2023	38	26	1.46
16	16/12/2022	45	47	0.96	16	17/01/2023	45	31	1.45
17	17/12/2022	39	40	0.98	17	18/01/2023	39	29	1.34
18	18/12/2022	41	43	0.95	18	19/01/2023	41	29	1.41
19	19/12/2022	23	24	0.96	19	20/01/2023	23	16	1.44
20	20/12/2022	43	45	0.96	20	21/01/2023	43	31	1.39
21	21/12/2022	29	32	0.91	21	22/01/2023	29	20	1.45
22	22/12/2022	35	37	0.95	22	23/01/2023	35	24	1.46
23	23/12/2022	41	43	0.95	23	24/01/2023	41	30	1.37
24	24/12/2022	43	47	0.91	24	25/01/2023	43	29	1.48
25	25/12/2022	23	26	0.88	25	26/01/2023	23	16	1.44
26	26/12/2022	38	39	0.97	26	27/01/2023	38	26	1.46
27	27/12/2022	36	38	0.95	27	28/01/2023	36	26	1.38
28	28/12/2022	39	41	0.95	28	29/01/2023	39	27	1.44
29	29/12/2022	42	43	0.98	29	30/01/2023	42	29	1.45
Promedio				0.914	Promedio				1.42

Nota: Fiabilidad del MP de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI antes y después de la implementación.

La revisión de la prueba de normalidad evidenció que los datos no tienen una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba de Wilcoxon para comparar las muestras relacionadas, cuyos resultados son:

H0: La implementación de MP no incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022

Ha: La implementación de MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022

Tabla 21

Prueba de muestras emparejadas para la fiabilidad

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Fiabilidad 2 - Fiabilidad 1	28,735	28	,000

Nota. Elaboración propia con el programa SPSS v.25

En consecuencia, se puede afirmar que la implementación de MP aumentará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022. Ahora bien, de igual manera que en el objetivo general, en lo referente a la correlación entre las variables se puede concluir que existe una relación directa entre ambas debido a que los valores de la primera dimensión de la variable dependiente (fiabilidad) se ven mejorados al implementarse la variable independiente (Mantenimiento preventivo).

3.5.3. Objetivo específico: Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022

La tabla muestra el detalle de la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, antes y después de la implementación. Los resultados sugieren un incremento en la mantenibilidad de las unidades

Tabla 22

Mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga antes y después.

Elaborado por:		MANTENIBILIDAD				MANTENIBILIDAD			
		Pretest			INDICADORES	Post test			
INDICADORES	Horas de fallas	Nº fallas	% Total	Horas de fallas		Nº fallas	% Total		
Nº	Días			Nº	Días				
01	01/12/2022	15	3	5.00	01	02/01/2023	20	2	10.0
02	02/12/2022	24	3	8.00	02	03/01/2023	32	1	32.0
03	03/12/2022	32	1	32.00	03	04/01/2023	40	1	40.0
04	04/12/2022	34	3	11.33	04	05/01/2023	42	1	42.0
05	05/12/2022	54	3	18.00	05	06/01/2023	62	2	31.0
06	06/12/2022	32	3	10.67	06	07/01/2023	40	1	40.0
07	07/12/2022	32	3	10.67	07	08/01/2023	40	2	20.0
08	08/12/2022	21	3	7.00	08	09/01/2023	29	1	29.0
09	09/12/2022	23	3	7.67	09	10/01/2023	31	2	15.5
10	10/12/2022	32	1	32.00	10	11/01/2023	40	1	40.0
11	11/12/2022	23	1	23.00	11	12/01/2023	31	1	31.0
12	12/12/2022	34	1	34.00	12	13/01/2023	42	1	42.0
13	13/12/2022	32	3	10.67	13	14/01/2023	40	1	40.0
14	14/12/2022	22	1	22.00	14	15/01/2023	30	1	30.0
15	15/12/2022	23	3	7.67	15	16/01/2023	31	2	15.5
16	16/12/2022	34	3	11.33	16	17/01/2023	42	2	21.0
17	17/12/2022	32	3	10.67	17	18/01/2023	40	1	40.0
18	18/12/2022	32	3	10.67	18	19/01/2023	40	1	40.0
19	19/12/2022	34	1	34.00	19	20/01/2023	42	1	42.0
20	20/12/2022	49	2	24.50	20	21/01/2023	57	2	28.5
21	21/12/2022	45	1	45.00	21	22/01/2023	53	1	53.0
22	22/12/2022	34	3	11.33	22	23/01/2023	42	1	42.0
23	23/12/2022	36	2	18.00	23	24/01/2023	44	2	22.0
24	24/12/2022	32	1	32.00	24	25/01/2023	40	1	40.0
25	25/12/2022	34	3	11.33	25	26/01/2023	42	2	21.0
26	26/12/2022	32	3	10.67	26	27/01/2023	40	1	40.0
27	27/12/2022	54	3	18.00	27	28/01/2023	62	2	31.0
28	28/12/2022	34	2	17.00	28	29/01/2023	42	1	42.0
29	29/12/2022	43	3	14.33	29	30/01/2023	51	2	25.5
		Promedio		17.53		Promedio		32.62	

Nota: Mantenibilidad del MP de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI antes y después de la implementación.

Después de realizar la investigación de la prueba de normalidad, se observó que los datos no siguen una distribución normal. Es así que se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar las muestras relacionadas, de la siguiente manera:

H0: La implementación de MP no incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.

Ha: La implementación de MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022.

Tabla 23

Estadísticos de Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la mantenibilidad

	Mantenibilidad 2 - Mantenibilidad 1
Z	-4,718 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	,000

Nota: resultados estadísticos de la prueba

Nota. Elaboración propia con el programa SPSS v.25

Por lo tanto, se puede concluir que la implementación del MP acrecentará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, en SJL durante el año 2022. Asimismo, de igual manera que en el caso anterior, en lo referente a la correlación entre las variables se puede concluir que existe una relación directa entre ambas debido a que los valores de la segunda dimensión de la variable dependiente (mantenibilidad) se ven mejorados al implementarse la variable independiente (Mantenimiento preventivo).

3.5.4. Objetivo específico: Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022

La tabla siguiente presenta datos específicos sobre el funcionamiento de las unidades vehiculares carga durante un periodo de 29 días antes y después. Estos datos indican un incremento en el funcionamiento de las unidades vehiculares.

Tabla 24

Operatividad de las unidades vehiculares de carga antes y después

Elaborado por:		OPERATIVIDAD Pretest			OPERATIVIDAD Post test				
INDICADORES	N °	Días	Tiempo de fallas (horas)	Mantenibilidad	% Total	Tiempo de fallas (horas)	Mantenibilidad	% Total	
			Días			Días			
	01	01/12/2022	20	10.00	2	02/01/2023	15	5.00	3
	02	02/12/2022	32	32.00	1	03/01/2023	24	8.00	3
	03	03/12/2022	40	40.00	1	04/01/2023	32	32.00	1
	04	04/12/2022	42	42.00	1	05/01/2023	34	11.33	3
	05	05/12/2022	62	31.00	2	06/01/2023	54	18.00	3
	06	06/12/2022	40	40.00	1	07/01/2023	32	10.67	3
	07	07/12/2022	40	20.00	2	08/01/2023	32	10.67	3
	08	08/12/2022	29	29.00	1	09/01/2023	21	7.00	3
	09	09/12/2022	31	15.50	2	10/01/2023	23	7.67	3
	10	10/12/2022	40	40.00	1	11/01/2023	32	32.00	1
	11	11/12/2022	31	31.00	1	12/01/2023	23	23.00	1
	12	12/12/2022	42	42.00	1	13/01/2023	34	34.00	1
	13	13/12/2022	40	40.00	1	14/01/2023	32	10.67	3
	14	14/12/2022	30	30.00	1	15/01/2023	22	22.00	1
	15	15/12/2022	31	15.50	2	16/01/2023	23	7.67	3
	16	16/12/2022	42	21.00	2	17/01/2023	34	11.33	3
	17	17/12/2022	40	40.00	1	18/01/2023	32	10.67	3
	18	18/12/2022	40	40.00	1	19/01/2023	32	10.67	3
	19	19/12/2022	42	42.00	1	20/01/2023	34	34.00	1
	20	20/12/2022	57	28.50	2	21/01/2023	49	24.50	2
	21	21/12/2022	53	53.00	1	22/01/2023	45	45.00	1
	22	22/12/2022	42	42.00	1	23/01/2023	34	11.33	3
	23	23/12/2022	44	22.00	2	24/01/2023	36	18.00	2
	24	24/12/2022	40	40.00	1	25/01/2023	32	32.00	1
	25	25/12/2022	42	21.00	2	26/01/2023	34	11.33	3
	26	26/12/2022	40	40.00	1	27/01/2023	32	10.67	3
	27	27/12/2022	62	31.00	2	28/01/2023	54	18.00	3
	28	28/12/2022	42	42.00	1	29/01/2023	34	17.00	2
	29	29/12/2022	51	25.50	2	30/01/2023	43	14.33	3
			Promedio		1.38		Promedio		2.34

Nota: Capacidad operativa del MP de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI antes y después de la implementación.

Después de analizar la prueba de normalidad, se comprobó que los datos no siguen una distribución normal, en consecuencia, se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon para comparar las muestras relacionadas, como se presenta en el siguiente caso:

H0: La implementación de MP no acrecentará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022

Ha: La implementación de MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022

Tabla 25

Estadísticos de Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la operatividad

	Operatividad 2 - Operatividad 1
Z	-4,733 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Nota. Elaboración propia con el programa SPSS v.25

La tabla anterior indica que la prueba arrojó un Sig. con un valor de 0.000, que es menor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa confirmándose que existe una diferencia en los resultados entre la operatividad 1 y la operatividad 2. Se puede concluir que la implementación del MP acrecentará la operatividad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, ubicada en SJL en el año 2022. Y, finalmente, de igual manera que en los casos anterior, en lo referente a la correlación entre las variables se puede concluir que existe una relación directa entre ambas debido a que los valores de la tercera dimensión de la variable dependiente (operatividad) se ven mejorados al implementarse la variable independiente (Mantenimiento preventivo).

3.5.5. Objetivo específico: Determinar el impacto económico que genera la implementación del MP en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.

El desarrollo del mantenimiento preventivo no solo debe generar un impacto positivo en la disponibilidad operativa de los vehículos, sino que también requiere ser viable desde la perspectiva económica para su realización, dado que la gerencia desea el adecuado empleo de sus recursos monetarios en búsqueda de mayor rentabilidad. En este sentido, se ha procedido a evaluar el impacto económico mediante la contrastación de los beneficios que genera la mayor disponibilidad y los costos por la implementación; en primer lugar, se presentan los gastos para el cambio.

Tabla 26

Listado de repuestos e insumos para la implementación del MP

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
retenes delanteros	20	S/ 90.00	S/ 1,800.00
grasa amaly	20	S/ 54.00	S/ 1,080.00
jebes de bombin de frenos	40	S/ 40.00	S/ 1,600.00
silicona mega Grey	50	S/ 15.00	S/ 750.00
lija N° 40	50	S/ 5.00	S/ 250.00
Galón de combustible para limpieza	50	S/ 36.00	S/ 1,800.00
retenes interno posterior	30	S/ 100.00	S/ 3,000.00
retenes externo posterior	30	S/ 50.00	S/ 1,500.00
jebes de bombín de freno	50	S/ 80.00	S/ 4,000.00
Silicona Mega Grey	15	S/ 13.00	S/ 195.00
Lija N° 40	50	S/ 5.00	S/ 250.00
Galón de combustible para limpieza	50	S/ 36.00	S/ 1,800.00
Oring de inyector B	20	S/ 54.80	S/ 1,096.00
Oring de inyector B	20	S/ 32.10	S/ 642.00
Asiento de inyector A	15	S/ 25.68	S/ 385.24
Empaque de inyector	15	S/ 21.42	S/ 321.30
toberas	20	S/ 447.24	S/ 8,944.75
Total			S/ 29,414.29

Nota. Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la empresa

La tabla anterior indica que el monto necesario para la compra de insumos y repuestos en el plan de mantenimiento preventivo alcanza en total S/21,414.29 soles. Asimismo, los ahorros se presentan a partir de la menor necesidad de mantenimiento correctivo en cada mes a los 30 vehículos, es decir, a partir de la implementación del MP se produce una menor cantidad de gastos correctivos que se tercerizaban; la lista de la cotización del trabajo correctivo se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 27

Ahorro de trabajos correctivos

Partida	Cantidad	Precio unitario	Monto
Filtro de aceite	1	S/ 152.89	S/ 152.89
Empaque de drenaje	1	S/ 14.39	S/ 14.39
Elemento combustible	1	S/ 120.44	S/ 120.44
M-GREASE XHP 222 DRUM 650288	1	S/ 20.35	S/ 20.35
Sedimentador	1	S/ 286.88	S/ 286.88
Filtro PSV Respirador CARTER EUR III	1	S/ 220.25	S/ 220.25
Material procesivo FW	1	S/ 33.90	S/ 33.90
M-DELVAC 15W40 (208 LT) 650144	12	S/ 24.27	S/ 291.24
Servicio de 02 ruedas delanteras	1	S/ 100.00	S/ 100.00
Servicio de 02 ruedas posteriores	1	S/ 150.00	S/ 150.00
PLAN 10K – Servicio de mantenimiento	1	S/ 360.00	S/ 360.00
Subtotal			S/ 1,750.34
Cantidad de vehículos	30	1,750.34	S/ 52,510.20

Nota. Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la empresa

La tabla anterior resume los ahorros de la empresa a partir de la implementación del mantenimiento preventivo, es decir, ya no será necesario realizar el desembolso por estas partidas. A nivel unitario, el ahorro alcanza el valor de S/ 1,750.34 soles, en tanto que, de forma agrupada con los 30 vehículos de análisis, se obtuvo un ahorro total de S/ 52,510.20 soles. El análisis de esta sección concluye con el cálculo del ahorro por la herramienta y la determinación de la relación de beneficio sobre costos, tal como resumen la siguiente tabla.

Tabla 28*Análisis de relación beneficio sobre costos de la implementación del MP*

Partida	Valor
Ahorros	S/ 52,510.20
Gastos	S/ 29,414.29
Beneficio	S/ 23,095.91
Relación beneficio sobre costos	1.79

Nota. Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la empresa

El análisis anterior determina que se han obtenido beneficios económicos por la implementación del mantenimiento preventivo (MP) de S/ 23,095.91 soles, en tanto que, mediante la comparación de los ahorros respecto a los gastos, se ha calculado una relación de beneficios sobre costos de 1.79 veces, valor que al ser mayor a la unidad refiere rentabilidad por la implementación.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Limitaciones

La investigación presentó varias limitaciones, incluyendo la dificultad para obtener información documental de manera organizada debido a la falta de registro en la compañía, a la poca capacitación que reciben los trabajadores encargados de dicha labor, y el no contar con los softwares adecuados para ello. Además, se tuvo complicaciones con los colaboradores de la organización debido a que presentaron una cultura arraigada que dificultó el desarrollo del MP debido a la resistencia al cambio, y además porque había trabajadores nuevos que no comprendían completamente sus funciones.

También se limitó el período de desarrollo del MP para aumentar la disposición de las unidades vehiculares de carga, ya que el acceso a los costos de implementación y la disposición de recursos fueron escasos. Y, por último, la antigüedad de las máquinas era un aspecto que iba a complicar el desarrollo de la solución propuesta, esto debido a que estas máquinas se iban a malograr más frecuentemente y así dificultar la programación adecuada de su mantenimiento.

4.2. Discusión

La discusión se basa en la comparación de los hallazgos de la presente investigación y los resultados obtenidos en los antecedentes o trabajos relacionados al tema. A partir de ello se comenta lo siguiente.

- **Primero.**

En la presente investigación se ha determinado que la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga se incrementará gracias a la implementación del MP, dado que este indicador se incrementó de 67.24% a 96.6% en promedio entre los escenarios previo y posterior, respectivamente; además, mediante la estadística inferencial determinó una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. En este sentido, Los resultados logrados en el presente estudio resultan similares a los encontrados por Lliguisaca y Quezada (2022), quienes determinaron que el mantenimiento del sistema hidráulico representó el 40% de las actividades realizadas, mientras que la reparación del clamp y la manguera de presión hidráulica representaron el 13.33% de todas las actividades de reparación. El cambio de polea y la reparación de los pernos de paletas representaron el 63.67% de las actividades ejecutadas, y el chequeo eléctrico preventivo representó el mayor porcentaje con un 37.14%. En conclusión, los hallazgos en ambas investigaciones demostraron una congruencia y alcances similares, es decir, la realización de actividades de mantenimiento ayuda a optimizar la competitividad de la compañía, aumentando la disponibilidad de las unidades vehiculares y generando mayor estabilidad y rentabilidad.

- **Segundo.**

En la investigación se estableció que la ejecución del MP logrará aumentar la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL durante el año 2022, debido a que el indicador aumentó de 0.914 a 1.42 en promedio de los escenarios previo y posterior, promedio; asimismo, en el análisis de la estadística inferencial se halló una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. Los resultados obtenidos en la investigación realizada tienen una similitud con los obtenidos por Rizzo

(2019) dado que se logró estructurar una estrategia de MP, lo que permitió obtener un sistema automatizado totalmente funcional que incluía fichas técnicas, hojas de vida, actividades de mantenimiento y cronogramas. Además, se destacó que la Disposición vehicular aumentó a 97%, mientras que la fiabilidad y mantenibilidad alcanzaron valores de 99% y 98%, respectivamente. Según se concluyó, el plan de MP permitió organizar de manera adecuada las actividades necesarias para el MP de las unidades vehiculares carga, lo que llevó a un mejor control del stock de repuestos y minimización del tiempo de espera y costos en reparaciones. Como resultado, el análisis de las ambas investigaciones menciona un resultado orientado en la misma línea, dado que se logró tener vehículos con mayor disposición y mejor funcionamiento, lo que se tradujo en una mayor rentabilidad para la compañía.

- **Tercero**

La presente investigación puede afirmar que la implementación de MP resultará en una mejora en la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga, dado que este indicador se incrementó de 17.53 a 32.62 en promedio entre los escenarios previo y posterior, respectivamente; además, mediante la estadística inferencial determinó una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. Los resultados que se consiguieron en esta tesis son similares a los logrados por Rubio (2019), quien encontró que el MP es la necesidad más importante en un 60%, mientras que el mantenimiento correctivo representa el 30% y el 10% restante de las unidades vehiculares no se pueden determinar debido a su inoperatividad. Es importante destacar que, al comparar los resultados iniciales del diagnóstico, se observó que previo a la ejecución del plan de mantenimiento, el 67% de las unidades vehiculares requerían mantenimiento correctivo, mientras que sólo el 22% recibía MP. Por lo tanto, se resalta que los hallazgos de la

investigación coinciden con la literatura revisada, en tanto que la implementación del plan de MP generó mejoras en la prevención de fallas en las unidades vehiculares, acrecentando su performance y prolongando su vida de utilidad.

- **Cuarto**

En la presente investigación se estableció que la ejecución del MP acrecentará la operatividad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL en el año 2022, debido a que el indicador aumentó de 1.38 a 2.34 en promedio de los escenarios previo y posterior, promedio; asimismo, en el análisis de la estadística inferencial se halló una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. Los hallazgos resultantes de esta investigación son similares a los presentados por Defaz y Vaca (2019), los cuales indican que el 50% de los encuestados realiza algún tipo de revisión vehicular previa al inicio de sus labores, mientras que el 83.33% no realiza MP en sus vehículos, y solo el 16.67% lo realizó hace un año. En conclusión, se encontró que la ejecución del plan generó un resultado similar respecto a las investigaciones del tema, en tanto que se resolvieron problemas sobre tiempos muertos y paradas no programadas, lo que sugiere que los resultados son adecuados para continuar fortaleciendo el parque automotor de manera rentable.

- **Quinto**

En la presente investigación se ha determinado implementación de MP generará un impacto económico positivo en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022, dado que se generan beneficios de S/ 23,095.91 soles y una relación de beneficios sobre costos de 1.79 veces, valor que al ser mayor a la unidad refiere rentabilidad por la implementación. Los hallazgos resultantes de esta

investigación son similares a los presentados por Defaz y Vaca (2019), el costo anual de mantenimiento se estimó en \$5,565.80 y se observó una reducción del 16.48% en comparación con el año anterior, lo que indica que la puesta en marcha del plan de mantenimiento es viable. De forma similar, en Moncada (2019) después de la implementación se logró un ahorro final de S/ 7,390.00 soles, representando el 58% de retorno antes de aplicar el estímulo. El beneficio - costo de la implementación mostró una relación de 1.49 y que la inversión se recupera en menos de un año. Asimismo, en Manay y Tello (2020) se obtuvo una relación de beneficios sobre costos de 1.26 veces lo cual mostró que el plan era viable económicamente, con un VAN positivo de \$24,308.36 y un TIR del 20.88%. El resultado del análisis comparativo de los trabajos previos y la presente investigación ha determinado que se cumple la tendencia de la obtención de un beneficio económico por la implementación del mantenimiento preventivo.

4.3. Implicancias

El objetivo general del estudio es implementar el MP con el deseo de aumentar la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, ubicada en SJL en 2022. El MP se refiere a la realización de tareas como limpieza, ajuste, lubricación, análisis y cambio de piezas o reparación de las mismas, para asegurar que el equipo esté en las mejores condiciones de uso previniendo gastos mayores en reparaciones (Díaz, De La Paz y Delgado, 2019). De esta manera, la implementación de este MP resulta en una mejora en la disposición del equipo, ya que asegura que el equipo funcione como fue diseñado y creado, bajo diferentes condiciones ambientales, uso, operación y en los momentos específicos en que se requiere su uso.

El objetivo específico es implementar el MP para acrecentar la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL en 2022. La fiabilidad es crucial ya que garantiza el correcto funcionamiento de un producto, pieza o maquinaria cuando se utiliza, siendo esto relevante para el éxito de una empresa (Hernández et al., 2020).

En relación al objetivo específico, que busca implementar el MP para acrecentar la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI en SJL para el año 2022, se entiende que la finalidad es lograr restaurar los componentes y piezas, de manera que puedan seguir siendo utilizados por un período prolongado, cumpliendo con los estándares necesarios para ello (Tamayo y Silega, 2021). Esto es fundamental para asegurar que las unidades vehiculares sean mantenidas en condiciones óptimas, y puedan seguir siendo utilizadas de manera confiable en el tiempo.

El objetivo específico de implementar el MP es aumentar la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022. La capacidad operativa se refiere a la capacidad de un producto para funcionar de manera efectiva y consistente en situaciones de uso intensivo (Trujillo, Chávez y Utrilla, 2022), lo que demuestra la calidad del producto (Martínez et al., 2019).

4.4. Conclusiones:

A continuación, se procedió a responder a los objetivos planteados en la matriz de consistencia (Anexo 2), por tanto, se presenta en conjunto de conclusiones:

Primero

Se llegó a la conclusión de que la ejecución del MP incrementó la disponibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, en SJL – 2022, dado que este indicador se incrementó de 67.24% a 96.6% en promedio entre los escenarios previo y posterior, respectivamente; además, mediante la estadística inferencial determinó una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. En este sentido, los cambios positivos en base al mantenimiento preventivo permitieron identificar señales tempranas de fallas con el deseo de disminuir el riesgo de fallas inesperadas y minimizar la realización del mantenimiento correctivo.

Segundo

Se concluyó que la implementación de MP incrementó la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022, debido a que el indicador aumentó de 0.914 a 1.42 en promedio de los escenarios previo y posterior, promedio; asimismo, en el análisis de la estadística inferencial se halló una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. En ese sentido, el uso continuado de las unidades vehiculares efectivamente provoca desgaste y suciedad parcial o total de cada parte, así como la incompatibilidad de algunos parámetros adicionales. Además, la exposición a la humedad, la mala ventilación, el polvo y otros factores operativos externos aumentan la probabilidad de falla. Por lo tanto, es importante realizar un MP periódico en los equipos para evitar averías y garantizar un buen rendimiento.

Tercero

Se concluyó que la implementación de MP incrementó la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022, dado que este

indicador se incrementó de 17.53 a 32.62 en promedio entre los escenarios previo y posterior, respectivamente; además, mediante la estadística inferencial determinó una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. En este sentido, el MP verifica y ajusta parámetros para asegurarse de que las unidades vehiculares estén calibradas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, limpiar el interior y el exterior, ajustar y lubricar los componentes mecánicos (si es necesario), e identificar y ajustar los aspectos que indican una posible falla. Una de las principales razones para realizar este tipo de mantenimiento es que permite la detección temprana de problemas futuros como medida preventiva que reduce reparaciones y costos innecesarios, ya que los defectos suelen requerir mayores gastos de reparación.

Cuarto

Se concluyó que la implementación de MP mejoró la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022 debido a que el indicador aumentó de 1.38 a 2.34 en promedio de los escenarios previo y posterior, promedio; asimismo, en el análisis de la estadística inferencial se halló una significancia del cambio de $0.000 < 0.05$. El MP está relacionado principalmente con los activos de producción, al realizar el mantenimiento de equipos relacionados con una actividad específica, el objetivo es evitar un accidente o falla inesperado, lo que representa una pérdida financiera importante. Si bien el MP tiene un costo, la verdad es que es mucho menor y controlado, lo que representa que hay cierta previsibilidad.

Quinto

Se concluye que la implementación de MP generará un impacto económico positivo en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL – 2022,

dado que se generan beneficios de S/ 23,095.91 soles y una relación de beneficios sobre costos de 1.79 veces. La búsqueda de beneficios económicos es de gran importancia, dado que la gerencia desea el adecuado empleo de sus recursos monetarios en búsqueda de mayor rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Q., L. I., Lozano M., C. A. y Bravo M., D. A. (2022). Metodología para el mantenimiento predictivo de transformadores de distribución basada en aprendizaje automático. *Ingeniería*, 27(3).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-750X2022000300202&lang=es
- Arévalo Valdivia, J. P. (2022). *Plan de Mantenimiento Preventivo para Reducir Fallas en Las unidades vehiculares de la compañía Transportes & Servicios Nepar S.A.C Basado en la Metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6577/J.Arevalo_N_Guia_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*
- Arieta Padilla, J. P. (2020). *Diseño E Implementación De Un Plan De Mantenimiento Para Acrecentar La Productividad De La Flota De Vehículos De la compañía Harsco Metals Perú S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del norte].
http://168.121.45.179/bitstream/handle/20.500.11818/6694/Suficiencia_ARIETA_PADILLA_%20JEAN_PIERRE%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Avendaño, T. J. F. y Gutiérrez, J. L. C. (2022). Desarrollo de estrategias para conformar una estrategia de mantenimiento preventivo como herramienta para la disposición de autobuses. *Revista de Investigación en Ingeniería*, 2(3), 2–7.
<https://doi.org/10.22533/at.ed.317232210028>

Becerra, C., Gras-Martí, A., Hernández, C., Montoya, J., Osorio, L., & Sancho, T.

(2012). Renovación de la Enseñanza Universitaria Basada en Evidencias: Una metodología de acción flexible. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. México: Redalyc.

<https://www.redalyc.org/pdf/132/13223042005.pdf>

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference.

Corbetta, P. (2007). Metodología y técnicas de investigación Social. Madrid, España: Mc Graw Hill.

Creswell, J. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.

Cruz Hernández, A., Iparraguirre Guillén, D. D., Lozano Vega, E., Parimango

Guevara, L. Y. y Castillo Cabrera, R. (2020). Diseño De Plan De Mantenimiento Preventivo, Kardex, Vsm Y Balance De Línea Para Reducir Costos. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(2).

<https://doi.org/10.26495/icti.v7i2.1498>

Dávila, R. C. (2019). Planificación del mantenimiento preventivo para los neumáticos de la flota de camiones de la compañía de transportes Rodrigo Carranza.

Universidad Nacional de Trujillo, 1–118.

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9605>

Defaz Vera, A. A. y Vaca Herrera, D. G. (2019). *Implementación de la metodología en mantenimiento productivo total (TPM) en la Compañía Pública de Aseo y Gestión Ambiental de Latacunga (EPAGAL) para las unidades vehiculares recolectores de desechos con el funcionamiento del sistema de carga lateral.*

[Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi].

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5428?mode=full>

Díaz Cazañas, R., De La Paz Martínez, E. M. y Delgado Sobrino, D. R. (2019).

Algoritmo para la programación integrada producción - mantenimiento preventivo en máquinas paralelas idénticas. *Ingeniería Industrial*, 40(3), 260-271. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000300260&lang=es

Feal Cuevas, N., González Suárez, E. y Santos Herrero, R. F. (2022). Procedimiento

Para La Evaluación Y Mejora De La Confiabilidad, Mantenibilidad Y Disponibilidad En La Industria Química Cubana. *Centro Azúcar*, 49(1), 41-50. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612022000100041&lang=es

Gutiérrez Verde, E., Rodríguez Ramos, P. A. y Lavado Ruiz, C. (2020). Mejoras para

elegir la disposición de las unidades acuáticas livianas. *Ingeniería Mecánica*, 23(1). <https://www.redalyc.org/journal/2251/225163567002/225163567002.pdf>

Hernández Alfonso, P. M. Castillo Vázquez, D., Torres Menéndez, F. y Toledo

Dieppa, V. (2020). Gestión del mantenimiento para máquinas agrícolas utilizando el software “SGMANTE 2.0”. *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(4). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5862/586264983005/586264983005.pdf>

Hernández Sampieri, R., Hernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014).

Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Education.

Lay De León, R. N., Acevedo Urquiaga, A. J. y Acevedo Suárez, J. A. (2022). Guía

para la ejecución de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial*, 43(3), 30-48. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000300030&lang=es

- Lliguisaca Parra, P. A. y Quezada Godoy, B. A. (2022). *Propuesta de una estrategia de mantenimiento preventivo para la flota de transporte en la compañía Induglob S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23127/1/UPS-CT010015.pdf>
- López Núñez, J., Trinchet Varela, C. A., Pérez Rodríguez, R. y Vargas Guativa, J. A. (2021). Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. *Ingeniería Mecánica*, 24(1), 1-14.
<https://www.redalyc.org/journal/2251/225169340001/225169340001.pdf>
- Macías Meza, J. A. y Gorozabel Chata, F. B. (2022). Mantenimiento preventivo de motores marinos de Diésel mediante aceites fósiles recuperados. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 5(9 Edición especial marzo), 12–19. <https://doi.org/10.46296/ig.v5i9edespmar.0051>
- Mago Ramos, M. G. y Rocha Pachón, S. (2021). Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la compañía Granitos y Mármoles Acabados SAS. *Ciencia y Poder Aéreo*, 16(2), 98-111.
<https://www.redalyc.org/journal/6735/673571919007/673571919007.pdf>
- Manay Torres, F. y Tello Ocas, J. (2020). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para acrecentar la disponibilidad mecánica de volquetes Mercedes Benz modelo Actros 3344k en la compañía Divemotor Cajamarca.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24841>
- Martínez Vivar, R., Sánchez Rodríguez, A., Infante Díaz, Y., y Fernández Ochoa, Y. (2019). La mejora de la productividad del trabajo en entidades de mantenimiento automotor. *Ciencias Holguín*, 25.
<https://www.redalyc.org/journal/1815/181559111005/181559111005.pdf>

- Moncada Suarez, D. F. (2019). *“Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para acrecentar la disposición de vehículos en una distribuidora de gas – Pacasmayo, 2019.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29752/Moncada%20Suarez%20David%20Fernando.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- Montoya Arias, M. E., Arango Marín, J. A. y Rosero Otero, S. L. (2020). Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos. *Lámpsakos*, (23), 37. <https://doi.org/10.21501/21454086.3112>
- Moreano Castillo, F. R. y Pérez Vega, E. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 307–323.
<https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1469/html>
- Muñoz Cevallos, J. L. y Cantos Macías, M. (2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún. *Científica*, 25(2), 1-24. <https://www.redalyc.org/journal/614/61466617005/61466617005.pdf>
- Murillo Paucar, L. M. (2021). *Implementación de una estrategia de mantenimiento preventivo de una flota de tracto camiones y remolques multipropósito.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Callao].
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7270>
- Pérez, E., & Martínez, C. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización.
- Pillado Portillo, M., Castillo Pérez, V. H. y Riva Rodríguez, J. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el*

Desarrollo Educativo, 12(24).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672022000100055&lang=es

Pillado Portillo, M., Castillo Pérez, V. H. y Rodríguez, J. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *Ride*, 12(24).

<https://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v12n24/2007-7467-ride-12-24-e055.pdf>

Pisco Gómez, P. A., Marcillo Merino, M. J., Gutiérrez García, J. L. y Cedeño Ferrín, J.

A, (2020). Control De Mantenimiento Preventivo En Computadores A Nivel De Software. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(1), 143–154.

<https://doi.org/10.47230/unsum-ciencias.v4.n1.2020.213>

Rayme Flores, M. S. y Díaz Dumont, J. R. (2021). Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medicion. *Qantu Yachay*, 1(1), 59-66. <https://www.mendeley.com/catalogue/30168861-1418-3dbc-9fe9-7607cf697ad0/>

Rizzo Velásquez, M. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria pesada para la compañía de transporte y servicios de Colombia Trasercol S.A.S, ubicada en San Martin-Cesar*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña].

<http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2475/1/32671.pdf>

Rodríguez González, E., Garza Rios, R. y González Sánchez, C. (2023). Herramientas cuantitativas para la planificación del mantenimiento en entidades de servicio in situ. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 27(1).

<https://www.redalyc.org/journal/3579/357972230007/357972230007.pdf>

Rubio Pacheco, W. A. (2019). *Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Flota De Maquinaria Pesada Y Vehículos Administrativos Del Municipio De Motavita.*

[Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19188/2019williamrubio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salgado Duarte, Y., Martínez del Castillo Serpa, A. y Santos Fuentefría, A. (2018).

Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. *Ingeniería Energética*, 39(3), 157-

167. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-

[59012018000300003&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012018000300003&lang=es)

Tamayo Espinosa, L. y Silega Martínez, N. (2021). Gestión de la mantenibilidad desde etapas tempranas en el desarrollo de software. *Revista Cubana de Ciencias*

Informáticas, 15(1), 52-69.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-

[18992021000100052&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000100052&lang=es)

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica.

Trujillo Guarderas, G. L., Chavez Irazabal, W. y Utrilla Salazar, D. (2022).

Implementación de un plan estratégico de mantenimiento del sistema de telecomunicaciones y su relación con la operatividad de un hospital regional.

Industrial Data, 25(1), 37-50.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-

[99932022000100037&lang=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000100037&lang=es)

Vargas Jiménez, I. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: Nuevas

Tendencias y Retos. *The Interview in the qualitative research: trends and*

challengers. Heredia, Costa Rica: Revista Electrónica Calidad En La Educación

Superior. <https://doi.org/https://doi.org/10.22458/caes.v3i1.436>

Villarraga Lozano, O. del P. (2021). Metodología gerencial para el mantenimiento preventivo de equipos médicos mínimos usados en habilitación de cirugías ambulatorias. *Signos*, 1(2). <https://doi.org/10.15332/24631140.6342>

Villarraga Lozano, O. del P. (2021). Metodología gerencial para el mantenimiento preventivo de equipos médicos mínimos usados en habilitación de cirugías ambulatorias. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 13(1), 1-22. <https://www.redalyc.org/journal/5604/560468679006/560468679006.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Operacionalización de variables.

Problema	Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
¿En qué medida la implementación del MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	V.I. MP	Aparatos electrónicos y dispositivos digitales que facilitan el acceso e intercambio de datos e información: ordenadores, smartphones entre otros.	Mantenimiento fijado en tiempo	Tiempo de mantenimiento del motor
	V.D. Disposición	Se define como la probabilidad de que una maquinaria o equipo esté funcionando correctamente en el tiempo que pueda ser solicitado.	Mantenimiento fijado en condiciones	Tiempo de mantenimiento del motor programados
			Fiabilidad	Tiempo medio entre fallas.
			Mantenibilidad	Tiempo de reparación.
			Operatividad	Operatividad.

ANEXO N° 2. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
General				
¿En qué medida la implementación del MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP acrecentará la disposición de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Variable:	Diseño: Preexperimental
			MP	
			Dimensiones	Tipo: Cuantitativa Aplicada
			Cumplimiento de actividades de mantenimiento fijado en tiempo	
			Cumplimiento de actividades de mantenimiento fijado en condiciones	Método: Deductivo
			Variable:	
Específicos				
¿En qué medida la implementación del MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP incrementará la fiabilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Disposición	Técnica e instrumento: Observación directa
			Dimensiones	
			Fiabilidad	Población/Muestra: 58 órdenes de servicio de vehículos
			Mantenibilidad	
¿En qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP incrementará la mantenibilidad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022		
¿En qué medida la implementación del MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar en qué medida la implementación del MP incrementará la operatividad de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	La implementación de MP incrementará la capacidad operativa de las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022	Operatividad	
¿Cuál es el impacto económico que genera la implementación del MP en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022?	Determinar el impacto económico que genera la implementación del MP en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.	La implementación de MP generará un impacto económico positivo en las unidades vehiculares de carga de la compañía H&SLCI, SJL - 2022.		

