

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAMIONES EN LA EMPRESA SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L. AÑO 2024”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jhonatan Freddy Peña Sucasaca

Asesor:

Mg. Neicer Campos Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-1508-6575>

Lima - Perú

2024

INFORME DE SIMILITUD**TSP_PEÑA SUCASACA JHONATAN FREDDY**

ORIGINALITY REPORT

9%	8%	5%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.uss.edu.pe Internet Source	5%
2	vsip.info Internet Source	1%
3	dspace.unitru.edu.pe Internet Source	1%
4	repositorio.unj.edu.pe Internet Source	1%
5	repositorio.uwiener.edu.pe Internet Source	<1%
6	repositorio.utp.edu.pe Internet Source	<1%
7	Submitted to University of Notre Dame Student Paper	<1%
8	Submitted to Universidad de Lima Student Paper	<1%

DEDICATORIA

A ti, mi hermosa e insuperable mamá, por siempre estar presente con todo tu apoyo en el
transcurso de mi carrera universitaria.

A mis hermanos, que fueron y son mis ejemplos a seguir

AGRADECIMIENTO

A mis familiares y amigos, que de cualquier manera siempre confiaron en mí y me ayudaron en lo largo de mi carrera.

A los profesores de la UPN, por ser personas claves en mi desarrollo profesional
Agradezco de forma muy especial al Ing. Neicer Campos Vásquez por guiarme de la mejor manera en la culminación del trabajo de suficiencia profesional.

TABLA DE CONTENIDO

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	78
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de resultados del cumplimiento de objetivos por área	27
Tabla 2 Matriz de priorización de urgencias e importancia a considerar en las áreas	28
Tabla 3 Resumen de indicadores según áreas de la empresa	28
Tabla 4 Matriz de Frecuencias de las causas raíz	32
Tabla 5 Resumen de datos de la disponibilidad antes de la mejora	36
Tabla 6 Resumen de datos de costos e ingresos antes de la mejora.....	37
Tabla 7 Resultados obtenidos después de la implementación del mantenimiento preventivo	60
Tabla 8 Comparación de resultados antes y después del MP	60
Tabla 9 Resultados después de la implementación del mantenimiento preventivo	69
Tabla 10 Comparación de resultados antes y después de la implementación del MP	69
Tabla 11 Comparación de resultados de costo de mantenimiento (Hrs).....	70
Tabla 12 Comparación de resultados de costo de compra de repuestos	71
Tabla 12 Costos de la implementación del mantenimiento preventivo	71
Tabla 13 Repuestos adquiridos en la implementación del mantenimiento preventivo	72
Tabla 14 Herramientas de trabajo adquiridos durante la implementación del mantenimiento preventivo	73
Tabla 15 Flujo de cajas.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishicawa con las causas raíz que genera la baja disponibilidad de la flota de camiones	29
Figura 2 Diagrama de Pareto con las causas priorizadas.....	33
Figura 3 Brecha técnica e impacto económico	38
Figura 4 Árbol de objetivos del estudio	39
Figura 5 Procesos de la implementación del mantenimiento Preventivo	40
Figura 6 Cronograma de ejecución del programa de capacitación	41
Figura 7 Desarrollo de la capacitación a técnicos mecánicos.....	42
Figura 8 Registro de capacitación	43
Figura 9 Ejecución del programa de mantenimiento preventivo	45
Figura 10 Cronograma mensual de mantenimiento preventivo a la flota de camiones grúa	47
Figura 11 Plan diario de operación del modelo NPS75L	48
Figura 12 Checklist de mantenimiento preventivo ejecutado.....	50
Figura 13 Aplicación del formato de auditoría de diagnóstico de fallas final	51
Figura 14 Formado de control de repuestos y herramientas ejecutado.....	53
Figura 15 Checklist de revisión de neumáticos ejecutado en febrero 2023.....	55
Figura 16 Formato de control de neumáticos	56
Figura 17 Formato de control diario del consumo de combustible del mes marzo 2023	58
Figura 18 Cumplimiento del programa de capacitación mensual según auditoria	62
Figura 19 Cumplimiento de tareas de mantenimiento preventivo mensual después de la implementación ...	63
Figura 20 Costos mensuales de repuestos y herramientas (Mar 2023-Feb 2024).....	64
Figura 21 Consumo mensual de reemplazos de neumáticos en camiones grúa (marzo 2023)	65
Figura 22 Consumo mensual de reemplazos de neumáticos en camiones grúa (Mar 2023-Feb 2024)	66
Figura 23 Consumo mensual de combustible en galones de camiones grúa (marzo 2023).....	67
Figura 24 Consumo mensual de combustible en galones de camiones grúa (Mar 2023-Feb 2024).....	68

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional se centra en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar la disponibilidad de los camiones en la empresa dedicada al servicio de grúa y transporte de carga por carretera. La situación problemática permitió identificar que la empresa no contaba con un programa de mantenimiento preventivo para los camiones grúas, lo cual generaba una serie de problemas como presencia de averías y fallas en las diferentes unidades debido que la disponibilidad era de 79.50% en toda la flota, provocando el incumplimiento de las horas contratadas de 19220 a 17835 generando un impacto negativo en los ingresos. La implementación del mantenimiento preventivo se llevó a cabo mediante un programa de capacitación a los técnicos mecánicos, el cumplimiento del programa de mantenimiento a través de la planificación de operaciones, un checklist de mantenimiento preventivo y auditoria. También se ha implementado control de repuestos, neumáticos y combustible. Los resultados obtenidos fue la mejora de la disponibilidad de 79.5% a 93.1% cumpliendo así con las demandas operativas y mejora de la respuesta ante las necesidades de los servicios; esto se debe al incremento del MTBF de 8.8 a 24.7 disminuyendo las averías. Asimismo, se redujo el MTTR de 2.3 a 1.5 disminuyendo así las reparaciones. El beneficio de la implementación del MP fue de S/ 79,769.37 debido al aumento de ingresos por servicios contratados, la reducción de costos de mantenimiento y a la reducción de compra de repuestos lo cual ha permitido obtener un beneficio costo de 1.06 determinándose así la rentabilidad y viabilidad económica de la implementación.

Palabras Clave: Plan de Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Disponibilidad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional se centra en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar la disponibilidad de los camiones en la empresa dedicada al servicio de grúa y transporte de carga por carretera. Dicha empresa, ubicada en un contexto competitivo y exigente, enfrenta el desafío constante de asegurar la eficiencia y la confiabilidad de su flota vehicular para satisfacer las necesidades de sus clientes y mantener su posición en el mercado. El transporte de carga por carretera es un pilar fundamental en la cadena de suministro, desempeñando un papel crucial en la distribución de bienes y servicios. La interrupción en la disponibilidad de los camiones no solo afecta la operatividad de la empresa, sino que también tiene un impacto directo en la satisfacción del cliente y en la rentabilidad del negocio. En este contexto, el mantenimiento preventivo emerge como una estrategia esencial para prevenir fallas inesperadas, prolongar la vida útil de los vehículos y optimizar su rendimiento.

Este trabajo pretende desarrollar un plan de mantenimiento preventivo a medida, que responda a las características específicas de la flota y a las exigencias del servicio que presta la empresa. Se abordará la identificación de los puntos críticos que requieren atención prioritaria, la programación de revisiones periódicas y la implementación de controles para el mantenimiento de los camiones. Finalmente, el estudio tiene el objetivo de establecer un programa que permita anticiparse a los problemas antes de que estos ocurran, garantizando así una mayor disponibilidad de los vehículos y contribuyendo a la eficiencia y sostenibilidad del servicio de transporte ofrecido. A través de este trabajo, se busca demostrar que un plan de mantenimiento preventivo bien implementado puede resultar en una mejora significativa en la disponibilidad de los camiones, lo que a su vez conduce a una mayor eficiencia operativa, reducción de costos, y un incremento en la satisfacción del cliente.

Descripción de la Empresa

La empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L constituida el 22/03/2020 en el distrito de Vista Alegre en la Provincia de Nasca en el Departamento de Ica con RUC 20609440458 brinda servicio de transporte de carga por carretera con dirección Legal en Mza. 04 Lote. 02 Upis Portachuelo.

Objetivo de la empresa

Brindar soluciones integrales y eficientes en el servicio de grúa y transporte de carga por carretera, asegurando la máxima seguridad, puntualidad y confiabilidad en cada operación. Nos comprometemos a satisfacer las necesidades de logística y transporte de nuestros clientes, mediante el uso de tecnología avanzada que garantizan la disponibilidad y óptimo desempeño de nuestra flota.

Alcance

Nuestros servicios abarcan el transporte de una amplia variedad de cargas, incluyendo mercancías generales, equipos especializados y cargas de gran tamaño, a través de rutas nacionales. Ofrecemos asistencia de grúa y recuperación vehicular las 24 horas del día, adaptándonos a las exigencias y requerimientos específicos de cada cliente, con el fin de proporcionar soluciones personalizadas y eficaces que se ajusten a sus operaciones logísticas.

Valores de la empresa

Integridad: Actuamos con honestidad, transparencia y responsabilidad en todas nuestras operaciones y relaciones comerciales.

Seguridad: Priorizamos la seguridad de nuestro equipo, clientes y comunidad, implementando rigurosas políticas y procedimientos de seguridad en todas nuestras actividades.

Calidad: Nos esforzamos por ofrecer servicios de la más alta calidad, mediante la mejora continua de nuestros procesos y el desarrollo profesional de nuestro equipo.

Compromiso: Estamos comprometidos con el éxito de nuestros clientes, trabajando incansablemente para superar sus expectativas y contribuir a su crecimiento y eficiencia.

Misión de la empresa

Ser líderes en el sector de servicios de grúa y transporte de carga por carretera, proporcionando soluciones seguras, eficientes y confiables que agreguen valor a las operaciones de nuestros clientes. Nos dedicamos a construir relaciones duraderas basadas en la confianza y el servicio excepcional, asegurando la satisfacción y preferencia de nuestros clientes.

Visión de la empresa

Expandir nuestra presencia en el mercado y ser reconocidos como la empresa más confiable y preferida en el sector de servicios de grúa y transporte de carga por carretera, a nivel nacional.

Servicios

La empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L brinda los siguientes servicios:

- Servicio de transporte de carga y mercancías en general, ya sean propias o de terceros por carretera a nivel local, regional, nacional.
- Servicio de transporte de minerales, sustancias y residuos peligrosos propios y/o de terceros por carretera a nivel local, regional y nacional.
- Servicio de Courier a nivel local, regional y nacional.

Antecedentes

Entre los antecedentes internacionales presentamos el de Liu et al. (2024) en su artículo publicado identificó altos niveles de fallas en los equipos mecánicos con estructuras

complejas y numerosas piezas móviles lo cual generaba tiempos de inactividad prolongados y pérdidas de costos significativas. En primera instancia se realizaron capacitaciones y por ende un plan de mantenimiento preventivo donde se utilizó un componente de una máquina de fabricación de neumáticos que, incluida seis piezas, lo que demostró la validez de los modelos. Se concluye que el plan de MP permitió maximizar la disponibilidad estando por encima de 0,99, y los resultados de costos se han minimizado por debajo de 5,69.

Henriques et al. (2024) en su artículo publicado identifico que las tareas de mantenimiento eran débil e inexistente lo cual provo una disponibilidad baja generado por fallas y averías. El objetivo principal fue implementar un mantenimiento, basada en el mantenimiento autónomo (AM) y mantenimiento preventivo (PM) Asimismo, se desarrolló un plan estratégico de mantenimiento lo cual permitió reducir en un 40% las fallas, debido a la solución de equipos críticos teniendo un impacto positivo en la mejora de la disponibilidad de equipos en el área de Caucho de una industria Corchera.

Sadeghian et al (2023) en su artículo publicado tuvo el objetivo de desarrollar la programación de un mantenimiento preventivo para preservar notablemente la vida útil de las unidades, prevenir fallas inesperadas y restringir los costos de reparación impuestos por fallas. El programa de mantenimiento permitió la aplicación de actividades como el control de combustible, control de neumáticos, y la capacitación, Además, de la utilización de la gestión de riesgos. Los resultados obtenidos después del cumplirse el cronograma de mantenimiento de FC representan una mejora del 11,5% en el costo, es decir, una reducción de costos de \$111,4 a \$98,6. y una mejora de la disponibilidad de las unidades en 12%.

Moreano y Pérez (2020) en su artículo publicado, identificó que los equipos industriales del sistema de transporte no tenían un correcto programa de mantenimiento por ello presentaban fallas y averías. Se desarrollo un plan de mantenimiento preventivo mediante inspecciones mensuales, registro de checklist y manuales de mantenimiento. Se concluye en

la mejora de la disponibilidad debido al aumento del índice de falla de un sistema de transporte neumático.

Gómez (2021) en su estudio desarrollo un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la flota y mantener la seguridad brindada por la empresa Transportes Sotrance S.A.S. La empresa presento problemas de mantenimiento en toda su flota. Se desarrollaron los distintos formatos para el manejo del mantenimiento de los vehículos, como los registros de inspección y hojas de vida de los vehículos, con el fin de hacer el seguimiento y la verificación de los mantenimientos, así como también su programación. Asimismo, se incluyó la programación de mantenimiento recomendado por el fabricante junto con los materiales de engrase, refrigerantes y aceites según el manual de propietario de cada marca de vehículo. Con el plan de mantenimiento preventivo se prolongó la vida útil de las máquinas, teniendo un impacto en el aumento de la disponibilidad de los vehículos, reduciendo así la cantidad de imprevistos que generan paradas inesperadas y así evitar el incumplimiento de las labores del servicio prestado.

En cuanto a los antecedentes nacionales Castillo (2023) en su artículo publicado determinó que las principales causas que generan un bajo nivel de servicio al cliente es la falta de un plan de mantenimiento preventivo, no existe una cultura de atención al cliente, falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento, y la falta de procedimientos. Se realizó el cumplimiento de todos los mantenimientos planificados desde el mes de noviembre del 2021 a abril del 2022. Posteriormente se cumplió con el cronograma de capacitaciones basado en la atención al cliente, mantenimiento preventivo y la metodología 5S. Tras la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se logró la mejora de la disponibilidad y así aumento el grado de satisfacción del cliente con respecto al diagnóstico inicial planteado.

Llontop (2020) en su estudio diagnosticó que los motores diésel en los camiones 730E presentaban problemas como falta de inspección y pruebas de los sistemas. Se analizó las

fallas más recurrentes de motores diésel en camiones 730E determinado que del total de las 213 fallas, del circuito electrónico, en el sistema de combustible, fallas en el sistema de escape y en el sistema de enfriamiento. La mejora consistió en adicionar actividades al plan de mantenimiento, adquisición de equipos predictivos, flujograma de mantenimiento y un cronograma de capacitación. La mejora del plan de mantenimiento preventivo tuvo un incremento en la disponibilidad de 1.26% en los motores diésel con lo cual se logró incrementar la disponibilidad de los camiones 730E Bayovar-Piura en el año 2018 de 82.77% a 84.18%.

Alvarez y Meji (2022) en su estudio identificó fallas en los camiones presentando fallas por mantenimiento inadecuados, falta de capacitación del personal y la falta de documentos de gestión del mantenimiento los cuales suman el 80% de las causas que ocasionaron el problema de baja disponibilidad en los camiones Komatsu. Se realizó la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo, capacitaciones y checklist de control de repuestos lo que contribuyó a mejora de la disponibilidad a 98.59% de los camiones KOMATSU HD7857,2021 de la empresa minera Misky.

Hernández (2023) en su estudio identificó problemas lo cual generó fallas en la flota de camiones trackless. El plan de mantenimiento se realizó en 4 etapas, con los cuales se conoció el contexto operacional, el estado actual del mantenimiento, se elaboró formatos para planificar las actividades, capacitación a los técnicos y gestión de herramientas. La implementación del plan de mantenimiento permitió aumentar la disponibilidad inicial de 75.66% en los equipos trackless, obteniendo un aumento de 19.80%, con lo que se consiguió una disponibilidad final de 95.46%, llegando a sobrepasar el mínimo permisible de 85%, este resultado permitió mejorar el MTTF – Pre prueba de 16.40 horas hacia un MTTF – Post Prueba de 70.68 horas, lo que representó un aumento de 54.28 horas en la confiabilidad de los equipos. Asimismo, también se mejoró la mantenibilidad significativamente en los

equipos, puesto que el MTTR Pre – Prueba es de 5.24 horas y el MTTR Post – Prueba de 3.32 horas, lo que representó una reducción de 1.92 horas en la mantenibilidad de los equipos.

Realidad Problemática

La situación actual de las empresas dedicadas al servicio de transporte de carga por carretera a nivel internacional se caracteriza por enfrentar desafíos significativos relacionados con la baja disponibilidad de su flota debido a fallas y averías. Este problema afecta directamente la eficiencia operativa, la rentabilidad y la capacidad de estas empresas para cumplir con las demandas y expectativas de sus clientes. Los factores contribuyentes a este problema incluyen prácticas de mantenimiento inadecuadas, el uso intensivo de los vehículos, condiciones operativas desafiantes, y la gestión ineficiente de repuestos y recursos humanos. Muchas empresas aún se basan en un enfoque reactivo para el mantenimiento, interviniendo solo después de que se haya producido una falla, en lugar de adoptar estrategias preventivas o predictivas que podrían evitar las averías (Wilson, 2014). Los vehículos de carga suelen operar en condiciones extremas, incluyendo largas distancias, sobrecarga y carreteras en mal estado, lo que acelera el desgaste y aumenta la probabilidad de fallas (Smith, 2015). La falta de un sistema eficiente para la gestión de inventarios de repuestos puede resultar en tiempos de inactividad prolongados mientras se espera la llegada de piezas necesarias para reparaciones (Johnson, 2016).

Por otro lado, el mantenimiento preventivo en empresas de transporte de carga por carretera es crucial para maximizar la disponibilidad de la flota, minimizar los costos de operación y garantizar la seguridad en el transporte. Johnson y Lee (2019) destacan que el mantenimiento preventivo programado reduce significativamente el riesgo de fallas inesperadas en vehículos, lo que puede llevar a retrasos costosos y potencialmente peligrosos en la entrega de cargas.

La baja disponibilidad de los vehículos tiene un impacto directo en varios aspectos claves como los costos asociados con el mantenimiento correctivo, las reparaciones urgentes y los tiempos de inactividad no planificados pueden ser significativamente más altos que los de un mantenimiento preventivo bien planificado (Wilson, 2014) La incapacidad para disponer de la flota necesaria puede resultar en retrasos en las entregas, lo que afecta negativamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente (Smith, 2015). Las fallas recurrentes y la incapacidad para cumplir con los plazos de entrega pueden dañar la reputación de la empresa y su posición en el mercado competitivo (Johnson, 2016)

Justificación

Justificación Teórica

La justificación teórica se basa en la fundamentación de conceptos, teorías y modelos existentes que respaldan la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el contexto del transporte de carga por carretera. Esta justificación demuestra cómo las teorías de mantenimiento preventivo, gestión de flotas, logística y operaciones pueden aplicarse para mejorar la eficiencia operativa y la disponibilidad de los camiones. Se pueden mencionar teorías de la fiabilidad de equipos, el mantenimiento preventivo, y teorías de logística que enfatizan la importancia de mantener una flota operativa eficiente para garantizar la entrega puntual y reducir los costos operativos.

Justificación Práctica

La justificación práctica se enfoca en la aplicabilidad y los beneficios de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa de transporte de carga Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.; esto incluye la mejora de la disponibilidad de los camiones, la reducción de tiempos muertos inesperados por averías, la disminución de los costos de reparaciones correctivas y el aumento de la vida útil de los vehículos. También se

considera la mejora en la satisfacción del cliente debido a una mayor fiabilidad en el servicio de entrega.

Justificación Metodológica

La justificación metodológica en el estudio de suficiencia profesional sobre la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los camiones se fundamenta en la necesidad de establecer procedimientos sistemáticos y técnicas analíticas que permitan evaluar la efectividad del mantenimiento preventivo en la optimización de la operatividad y la reducción de tiempos muertos de la flota vehicular. La técnica de recolección de datos empleada es la revisión documental, pues se analizan los registros históricos de mantenimiento, informes de fallas y reparaciones, y documentación relacionada con las políticas y procedimientos de mantenimiento existentes.

Problema General

¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024?

Problemas Específicos

¿Cómo el programa de capacitación sobre mantenimiento preventivo, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024?

¿Cómo la planificación del mantenimiento preventivo, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024?

¿Cómo la gestión de repuestos y herramientas, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024?

¿Cómo el control de neumáticos y combustible, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024?

Objetivos

Objetivo General

Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L en el año 2024

Objetivos Específicos

Determinar como el programa de capacitación sobre mantenimiento preventivo, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024.

Determinar la planificación del mantenimiento preventivo, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024.

Determinar la gestión de repuestos y herramientas, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024.

Determinar el control de neumáticos y combustible, contribuye en mejorar la disponibilidad de camiones en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. en el año 2024.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Mantenimiento preventivo

Medrano et al (2017) define al mantenimiento preventivo, como la supervisión planificada, constante y proyectada, que se realizan en todas las instalaciones, máquinas o equipos, con la finalidad de reducir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. Sin embargo, años recientes Pérez (2021) plasmó una idea más profunda, fundamentando que es una serie actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones; para prevenir y adelantarse a las fallas de los componentes.

El mantenimiento preventivo es un enfoque proactivo para el mantenimiento de equipos y sistemas, diseñado para identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas graves. Según Williams y Taylor (2018) el mantenimiento preventivo incluye inspecciones regulares, la sustitución programada de componentes desgastados y otras actividades de mantenimiento programadas basadas en el análisis predictivo y el historial de mantenimiento de los equipos.

Tipos de mantenimiento preventivo:

Lubricación:

Según Tavares (1999) indica que son adiciones, cambios, llenado, exámenes y análisis de los lubricantes - mantenimiento preventivo por tiempo. Esta actividad puede ser ejecutada por el operador del equipo o por un "lubricador" y análogamente a la anterior, exige control simplificado donde deben ser indicados los puntos a ser lubricados o tipo de lubricante, la dosificación y la frecuencia de lubricación. En este caso es fundamental el seguimiento del proceso para evitar que su omisión o mala ejecución acarree serios daños a

los equipos. Por el contrario, García (2003) afirma que es el conjunto de elementos destinados a dosificar o suministrar lubricante a las partes móviles del equipo.

Inspección:

Para Dounce (2007) señala que consiste en la observación de los recursos, con objeto de obtener información sobre su estado físico o de su funcionamiento. Por otro lado, Tavares (1999) lo definió como un servicio caracterizado por la alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin ocasionar la indisponibilidad del equipo, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes.

Mantenimiento programado:

Según Duffuaa et al (2000) se refiere al trabajo de mantenimiento que se realiza con una planeación, control y registros por adelantado. Además, incluye toda la gama de tipos de mantenimiento preventivo y correctivo. A pesar de esta definición, investigaciones recientes de Koichi (2019) lo identifica como una actividad del departamento de mantenimiento. Y, es una actividad que apunta a cero fallas y reducción de costos de mantenimiento al realizar el diagnóstico y la restauración del deterioro de la máquina, y extender la vida útil de la máquina al mejorar el mantenimiento (Koichi, 2019)

Implementación del Mantenimiento Preventivo

1. Capacitación y Personal:

Se establece políticas que permitan que todos los empleados de producción y de otras áreas, se mantengan educados, entrenados, motivados, etc. Con las mejores prácticas internacionales y que permanentemente estén creciendo en lo personal e institucional (Mora, 2009). Por el contrario, García (2012) fundamentó que este, busca llevar a las personas seleccionadas al nivel de eficiencia requerida para desempeñar

las funciones del cargo, y adquirir la preparación necesaria para ejercer cargos de mayor jerarquía.

Además, la capacitación y el compromiso del personal son fundamentales para la implementación y el éxito continuo de las estrategias de mantenimiento preventivo. (Smith y Lee, 2018) subrayan la necesidad de programas de formación continuada que aseguren que el personal técnico esté bien informado sobre las mejores prácticas y las últimas tecnologías en mantenimiento.

Programa de Capacitación de MP:

La capacitación en mantenimiento preventivo es fundamental para asegurar que el personal esté adecuadamente preparado para realizar las tareas de mantenimiento de manera efectiva. Según Smith y Jones (2020) la capacitación no solo mejora las habilidades técnicas del personal, sino que también fomenta una cultura de mantenimiento proactivo, lo que resulta en una reducción de fallas inesperadas y un aumento en la eficiencia operativa. La planificación y programación detallada es otro componente crítico del mantenimiento preventivo exitoso. Arroyo y Obando (2022) destacan la importancia de un calendario de mantenimiento bien estructurado, basado en el análisis de datos históricos y las recomendaciones de los fabricantes.

2. Planificación del Mantenimiento Preventivo:

La planificación adecuada del mantenimiento preventivo es crucial para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de transporte. destacan la importancia de establecer un calendario detallado de mantenimiento basado en las recomendaciones del fabricante y las condiciones específicas de operación de los vehículos (López et al., 2021)

3. Gestión de Repuestos y Herramientas:

La eficiente gestión de repuestos y herramientas es esencial para la implementación exitosa de programas de mantenimiento preventivo. Rubio Pacheco (2019) argumentan que una gestión adecuada asegura que los elementos necesarios estén disponibles cuando se requieran, minimizando así el tiempo de inactividad del vehículo. La implementación de sistemas de inventario y la predicción de la demanda de repuestos son prácticas recomendadas en este ámbito.

Inventario de repuestos: Mantener un stock adecuado de repuestos esenciales para evitar retrasos en las reparaciones.

Herramientas adecuadas: Disponer de las herramientas y equipos necesarios para realizar el mantenimiento y las reparaciones de manera eficiente.

4. Control de Neumáticos y Combustible Mediante Checklist:

El control regular de neumáticos y combustible es vital para el mantenimiento preventivo en el sector del transporte. Medrano et al. (2017) enfatizan el uso de checklists como una herramienta efectiva para asegurar que se realicen inspecciones detalladas y consistentes, contribuyendo a la seguridad vial y a la eficiencia en el consumo de combustible. Estas prácticas no solo mejoran la operatividad de la flota, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental.

Disponibilidad

Milano (2005) define la disponibilidad como “una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionamiento de un equipo o sistema”, sin embargo, Mora, (2009), afirma que es probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables.

La disponibilidad de maquinarias es un indicador clave de rendimiento en la gestión de activos y operaciones, reflejando la capacidad de una máquina para estar en condiciones operativas. Según Blanchard et al. (2016) indica que la disponibilidad se define como la probabilidad de que un sistema esté operativo y funcional cuando se necesita, y se calcula como una función del tiempo de actividad en comparación con el tiempo total durante el cual se espera que esté disponible. Las estrategias para mejorar la disponibilidad de maquinarias incluyen el mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo. Dhillon (2017) aboga por un enfoque integrado que combine diferentes tipos de mantenimiento para abordar proactivamente los problemas potenciales antes de que resulten en fallos, minimizando así el tiempo de inactividad y maximizando la disponibilidad de los equipos.

Indicadores de Disponibilidad

Disponibilidad total: Es uno de los indicadores más importantes de la planta. Es el cociente de dividir el n.º de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el n.º de horas totales de un periodo (García S. , 2003).

$$\text{Disponibilidad total} = \text{Disponibilidad de equipos significativos} / \text{Nro. de Equipos significativos}$$

Disponibilidad por averías: Es idéntico a la disponibilidad total, pero teniendo en cuenta solo las paradas por averías (García S. , 2003).

$$\text{Disponibilidad por averías} = \text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería} / \text{Horas Totales}$$

Tiempo entre fallas (MTBF); Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías (García S. , 2003). Indica el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla; es decir, es el tiempo promedio transcurrido hasta la llegada de la falla.(García, 2012).

$$\text{MTBF} = \text{Nro. de horas totales del periodo de tiempo analizado} / \text{Nro. de averías}$$

Tiempo medio para reparaciones (MTTR); Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución (García S. , 2003). Es la medida de la distribución de los tiempos de reparación del equipo o del sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a las condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por falla, dentro de un período de tiempo determinado. El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. (García, 2012).

$$\text{MTTR} = \text{Tiempo total de mantenimiento} / \text{Nro. de reparaciones}$$

Limitaciones de la investigación

Este trabajo de suficiencia profesional, enfocado en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de los camiones, enfrenta diversas limitaciones que son importantes considerar para la interpretación de los resultados y recomendaciones. La calidad y el alcance de los datos históricos de mantenimiento y operatividad de los camiones pueden limitar la profundidad del análisis. La falta de registros detallados o la inconsistencia en la documentación afectan la precisión de las evaluaciones y la efectividad del plan preventivo ejecutado. Asimismo, las limitaciones presupuestarias de la empresa pueden restringir la implementación de todas las recomendaciones sugeridas en el plan de mantenimiento preventivo; esto incluye la adquisición de repuestos, herramientas especializadas, y la contratación de personal adicional o capacitación requerida. Del mismo modo, el tiempo disponible para la implementación del plan de mantenimiento preventivo puede ser insuficiente para observar cambios significativos en la disponibilidad de los camiones, donde los beneficios de las estrategias de mantenimiento preventivo suelen percibirse a mediano y largo plazo. La resistencia al cambio dentro de la organización puede limitar la adopción y la eficacia del plan de mantenimiento preventivo.

La adaptación a nuevas rutinas y procedimientos requiere de un esfuerzo de gestión del cambio que no debe subestimarse. Finalmente, el enfoque del trabajo se limita a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, sin considerar otros aspectos operativos y estratégicos de la empresa que podrían influir en la disponibilidad de los camiones, como la gestión de flotas, logística y planificación de rutas.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Proceso de ingreso a la empresa

La empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L., tuvo la oportunidad de ingresar a trabajar en el mes de enero del 2020, cuando estaba cursando mis últimos ciclos de Ing. Industrial en la UPN, ingresé ocupando el puesto de “Soporte Técnico” y como funciones fue mantener los camiones en buenas condiciones de operatividad en la zona de Nasca y alrededores. Inicie mis operaciones en la coordinación con los concesionarios representantes de las marcas, para la ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos tomando en consideración la aplicación y el tipo de trabajo para sus 15 camiones (propios y alquilados).

Como parte de la implementación del mantenimiento preventivo en noviembre 2022 inicie a reestructurar procesos y ejecute un plan de mantenimiento para poder cubrir los nuevos requerimientos según el tipo de carga, empecé a realizar las nuevas configuraciones técnicas en los camiones que consistía básicamente en reforzar las estructuras metálicas de las tolvas, reforzar el sistema de suspensión en cada uno de sus ejes y elegir el tipo de grúa según el tipo de carga y configuración del camión. Además, inicie una capacitación hacia los técnicos debido a mi experiencia en mantenimiento preventivo a camiones, como también en las ejecuciones de actividades, plan de gestión de repuestos y herramientas de taller, plan de control de neumáticos y combustible, inspección y monitoreo continuo. Esto se dio con el soporte de 3 técnicos mecánicos para que puedan realizar sus propios mantenimientos preventivo. En el 2023 luego de la implementación realizada, los resultados eran muy favorables y los camiones ahora están más tiempo en campo de trabajo cumpliendo con las necesidades de transporte programadas por nuestra área de logística. En la actualidad, sigo siendo el responsable que todas las unidades estén completamente operativas, para asegurar su disponibilidad y poder cumplir con la demanda de trabajo.

Diagnostico Situación Problemática

De acuerdo al reporte de cumplimiento de objetivos de las áreas de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. durante el primer año (noviembre 2020 a octubre 2021) y segundo año (noviembre 2021 a octubre 2022) existió una variación en el cumplimiento de objetivos, donde el área de operaciones solo cumplió 1 de 3 asignados representando el 33%, siendo esta área que presento los mayores problemas impactando en el logro de objetivos e incumpliendo en los indicadores como la disponibilidad de flota de camiones y número de horas contratadas de servicio teniendo un impacto en la rentabilidad de la empresa.

Tabla 1

Resumen de resultados del cumplimiento de objetivos por área

Área	Nro. de objetivos alcanzados	Nro. total de objetivos establecidos	%	Cumplimiento
Operaciones	1	3	33%	No
Servicio al cliente	4	4	100%	Si
Financiero	3	4	75%	Si
Seguridad y cumplimiento	1	2	50%	Si
Recursos humanos	3	4	75%	Si

Para priorizar que área necesita mejorar sus indicadores de acuerdo a la urgencia e importancia que se requiere, se ha definido una matriz de priorización considerando los niveles de alta, media y baja donde se responde mediante urgencia ¿Qué tan pronto necesita resolverse el problema para mejorar el indicador?, por el lado de la importancia, ¿Cuál es el impacto del problema en los objetivos de la empresa?. Así mismo en la tabla 2 se muestra el resultado donde se necesita tomar acción en el área de operaciones para mejorar los indicadores por ende los objetivos de la empresa:

Tabla 2

Matriz de priorización de urgencias e importancia a considerar en las áreas

Problemas en el área	Urgencia	Importancia
Operaciones	Alta	Alta
Servicio al cliente	Baja	Baja
Financiero	Media	Alta
Seguridad y cumplimiento	Baja	Baja
Recursos humanos	Baja	Baja

En la tabla 3 se visualiza el detalle de indicadores establecidos por las áreas de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana EIRL donde el área de operaciones presenta los indicadores con el mayor nivel de incumplimiento de objetivos debido a los indicadores presentando una disminución de 90.20% a 79.50% en la disponibilidad, y la reducción de número de horas contratadas de 19220 a 17835 entre el primer y segundo año establecido:

Tabla 3

Resumen de indicadores según áreas de la empresa

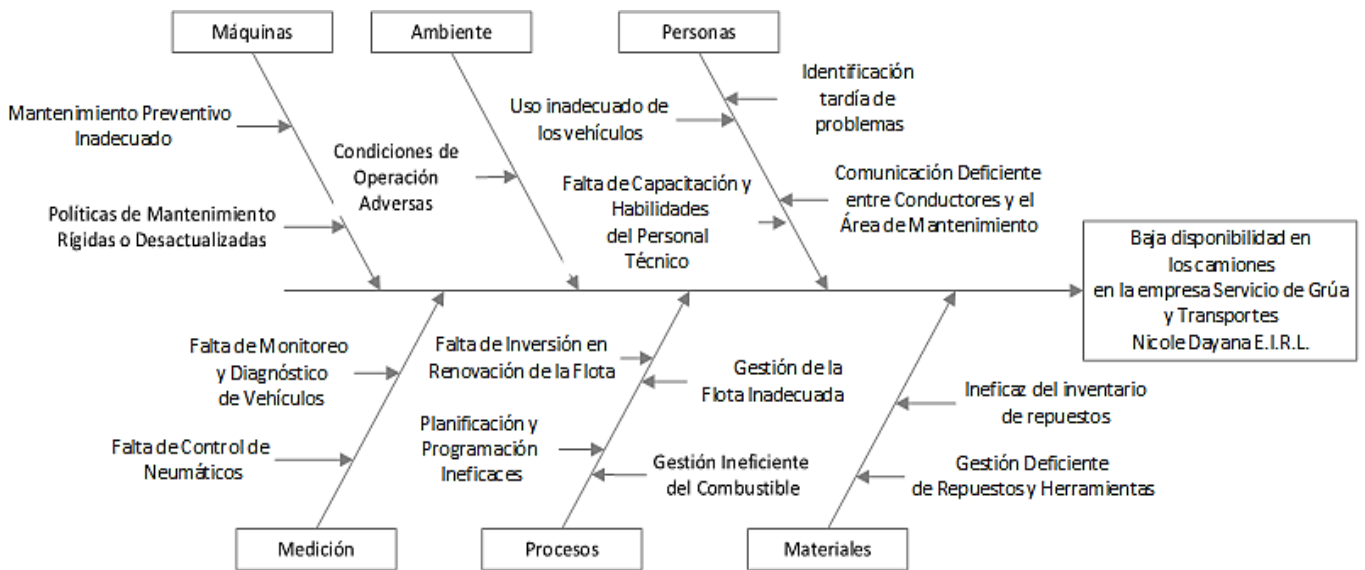
Área	Indicador	Primer año	Segundo año
Operaciones	Tiempo de respuesta por servicio	5 Hrs	5 Hrs
	Disponibilidad de flota	90.20%	79.50%
	Número de horas contratadas	19220 Hrs	17835 Hrs
Servicio al cliente	Satisfacción de cliente	90%	82%
	Tiempo promedio de atención al cliente	2min	2min
	Porcentaje de Llamadas contestadas	97%	95%
	Tasa de resolución en el primer contacto	86.00%	91.00%
Administración y Finanzas	Rentabilidad por servicio	220	220
	Ingresos	S/ 3,952,356.15	S/ 3,827,995.60
	Costos operativos	S/ 45,125.00	S/ 86,355.53
Seguridad y cumplimiento	Incidentes y accidentes (Cantidad)	3	5
	Cumplimiento de normativa	83%	92%
Recursos humanos	Capacitación y desarrollo	92%	94%
	Rotación de empleados	5%	5%
	Productividad del personal	92%	89%
	Satisfacción de Laboral (escala 1-10)	7.5	8

Identificación de causas raíz

Según el análisis de los indicadores de la tabla 3, el indicador con mayor impacto en las operaciones e incumplimiento de objetivos es la disponibilidad. Por ende, este es el problema más crítico, ya que afecta directamente la capacidad de la empresa para cumplir con los servicios solicitados por los clientes. La falta de disponibilidad de los camiones se debe principalmente a tiempos de inactividad prolongados causados por retrasos en el mantenimiento o la espera por partes y repuestos. Esto resulta en una disminución significativa en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. A continuación, se presenta las causas raíz que genera la baja disponibilidad en la flota de camiones de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L

Figura 1

Diagrama de Ishicawa con las causas raíz que genera la baja disponibilidad de la flota de camiones



Las causas raíz que generan la baja disponibilidad de los camiones en la empresa tenemos a:

1. Gestión de la Flota Inadecuada (C1): La flota de camiones está mal gestionada, donde no se lleva un registro adecuado del estado y el uso de cada vehículo, lo que conlleva

- a que los camiones no reciban el mantenimiento adecuado en el momento oportuno, aumentando el riesgo de fallos.
2. **Mantenimiento Preventivo Inadecuado(C2):** La falta de un programa de mantenimiento preventivo estructurado y regular lleva a que los vehículos no reciban las revisiones necesarias para asegurar su funcionamiento óptimo, lo que resulta en fallos inesperados y tiempos de inactividad.
 3. **Falta de Monitoreo y Diagnóstico de Vehículos (C3):** La ausencia de sistemas de monitoreo en tiempo real o diagnóstico avanzado para detectar problemas potenciales en los vehículos resulta en la no detección temprana de problemas mecánicos o electrónicos, lo que lleva a fallos inesperados y tiempos de inactividad.
 4. **Falta de Control de Neumáticos (C4):** El desgaste prematuro de los neumáticos debido a una falta de inspecciones regulares y mantenimiento, como el equilibrado y la rotación, causa inactividad vehicular por problemas relacionados con los neumáticos.
 5. **Gestión Deficiente de Repuestos y Herramientas(C5):** Existe una gestión ineficaz del inventario de repuestos y herramientas esenciales lo que ocasiona retrasos en las reparaciones y el mantenimiento, ya que los elementos necesarios para realizar los trabajos no están disponibles cuando se necesitan.
 6. **Planificación y Programación Ineficaces (C6):** La planificación y programación de la operación es deficiente lo que genera el uso ineficiente de los vehículos, en algunos casos algunos camiones son sobrecargados de trabajo mientras otros permanecen inactivos, aumentando así el desgaste y la necesidad de mantenimiento en ciertos camiones
 7. **Falta de Capacitación y Habilidades del Personal Técnico (C7):** El personal técnico no está adecuadamente capacitado o carece de las habilidades necesarias, lo cual

provoca la aparición de errores en las reparaciones y el mantenimiento, lo que genera una mayor necesidad de mantenimiento correctivo y, por ende, a una reducción de la disponibilidad de los camiones.

8. Condiciones de Operación Adversas (C8): Se ha registrado algunas operaciones de traslado en condiciones adversas, como caminos en mal estado, condiciones climáticas extremas o cargas excesivas, generando el desgaste de los vehículos y aumentar la frecuencia de los mantenimientos necesarios.
9. Gestión Ineficiente del Combustible (C9): La supervisión inadecuada del consumo de combustible provocó ciertos problemas subyacentes en los camiones, como ineficiencias en el motor o problemas mecánicos resultando con fallas y averías.
10. Comunicación Deficiente entre Conductores y el Área de Mantenimiento (C10): En algunas ocasiones los conductores no comunican los problemas menores o las señales de advertencia que observan mientras operan los camiones, estos problemas con el tiempo escalaron y resultaron provocando fallas mayores que requirieron tiempos de inactividad prolongados para su reparación.
11. Políticas de Mantenimiento Rígidas o Desactualizadas (C11): Las Políticas de mantenimiento que no siguieron las recomendaciones actuales de los fabricantes resultaron en prácticas de mantenimiento ineficaces
12. Falta de Inversión en Renovación de la Flota (C12): La falta de inversión en la actualización o renovación de la flota genera que la empresa dependa de vehículos antiguos o en condiciones subóptimas, que son más propensos a fallos y requieren más mantenimiento.
13. Identificación tardía de problemas (C13): Sin un mantenimiento preventivo, los problemas menores no se detectaron a tiempo resultando en tiempos de inactividad no planificados.

14. Uso inadecuado de los vehículos (C14): La operación de los camiones fuera de las especificaciones recomendadas por el fabricante, como sobrecarga o uso en condiciones adversas sin los ajustes necesarios, genero algunos desgastes y aumento la frecuencia de fallas.
15. Ineficaz del inventario de repuestos (C15): La falta de disponibilidad de piezas de repuesto críticas prolongo los tiempos de inactividad mientras se espera la llegada de las piezas.

Priorización de causas raíz

Se identificó que 7 de las 15 causas raíz representan el 79.6% de los problemas de baja disponibilidad de la flota de camiones. En este escenario, el diagrama de Pareto indica que poco menos del 80% de los problemas que afectan a la disponibilidad de la flota de camiones atribuyéndose 7 causas principales de un total de 15 identificadas. Esto implica que, al centrarse en estas 7 causas principales, la empresa aborda la mayoría de los problemas que afectan negativamente a la disponibilidad de su flota y, por tanto, mejorar significativamente su eficiencia y fiabilidad operativa. En la siguiente tabla 4 se visualiza la tabla de frecuencias con las 15 causa raíz que generan la baja disponibilidad de la flota de camiones.

Tabla 4

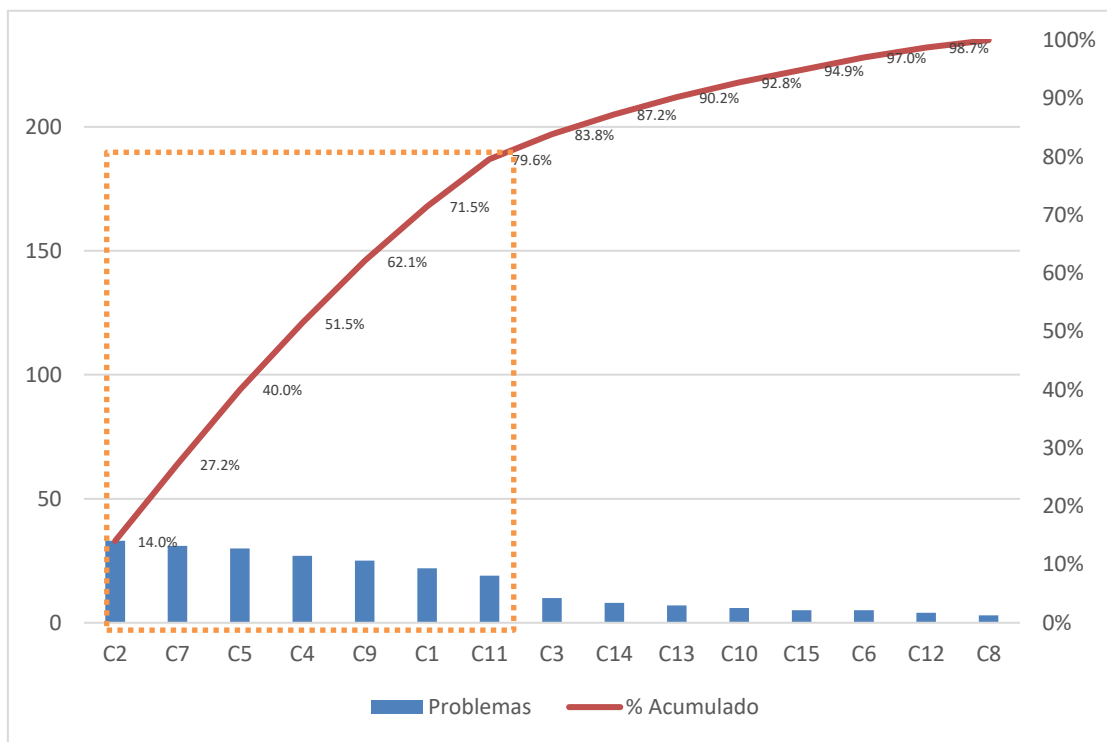
Matriz de Frecuencias de las causas raíz

Nro. Causa	Causas raíz que genera la baja disponibilidad de la flota	Problemas	%	% Acumulado
C2	Mantenimiento Preventivo Inadecuado	33	14.0%	14.0%
C7	Falta de Capacitación y Habilidades del Personal Técnico	31	13.2%	27.2%
C5	Gestión Deficiente de Repuestos y Herramientas	30	12.8%	40.0%
C4	Falta de Control de Neumáticos	27	11.5%	51.5%
C9	Gestión Ineficiente del Combustible	25	10.6%	62.1%
C1	Gestión de la Flota Inadecuada	22	9.4%	71.5%
C11	Políticas de Mantenimiento Rígidas o Desactualizadas	19	8.1%	79.6%

C3	Falta de Monitoreo y Diagnóstico de Vehículos	10	4.3%	83.8%
C14	Uso inadecuado de los vehículos	8	3.4%	87.2%
C13	Identificación tardía de problemas	7	3.0%	90.2%
C10	Comunicación Deficiente entre Conductores y el Área de Mantenimiento	6	2.6%	92.8%
C15	Ineficaz del inventario de repuestos	5	2.1%	94.9%
C6	Planificación y Programación Ineficaces	5	2.1%	97.0%
C12	Falta de Inversión en Renovación de la Flota	4	1.7%	98.7%
C8	Condiciones de Operación Adversas	3	1.3%	100.0%
Total		235		

Figura 2

Diagrama de Pareto con las causas priorizadas



En la figura 2 se muestra las causas priorizadas, donde al solucionarlas se estaría eliminando el 80% del problema. La interpretación de este diagrama de Pareto destaca la importancia de centrarse en las causas principales de los problemas para lograr mejoras significativas. Al abordar estas 7 causas principales, la empresa tiene la oportunidad de mejorar sustancialmente la disponibilidad de su flota de camiones, lo que puede resultar en

una mayor satisfacción del cliente, una mayor eficiencia operativa y una ventaja competitiva en el mercado.

Disponibilidad de la flota de camiones

La empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. dedicada a brindar servicios de grúa y transportes especializados, enfrenta desafíos significativos en su operación diaria, que afectan su capacidad para cumplir con los compromisos adquiridos con sus clientes. La piedra angular de este diagnóstico radica en la identificación de la baja disponibilidad de los camiones como el problema principal que está impactando negativamente la eficiencia y la rentabilidad de la empresa. La disponibilidad de los camiones disminuyó considerablemente entre los meses de noviembre 2021 a octubre 2022 presentando un nivel de 79.5% con respecto al año anterior lo cual ha generado pérdidas económicas a la empresa, lo que ha resultado en retrasos en la entrega de servicios, cancelaciones, y una creciente insatisfacción entre los clientes. Este problema ha presentado una serie de problemas, como las fallas recurrentes, pues los vehículos han presentado una serie de fallas mecánicas que han requerido reparaciones no programadas, aumentando el tiempo fuera de servicio. Hasta la fecha, el enfoque de mantenimiento ha sido predominantemente reactivo, abordando los problemas a medida que surgen, en lugar de prevenirlos. La gestión ineficiente de inventario de repuestos ha llevado a retrasos en las reparaciones, prolongando aún más los tiempos de inactividad de los camiones. Existe una falta de capacitación especializada entre el personal encargado del mantenimiento, lo que afecta la calidad y la eficiencia de las reparaciones.

La baja disponibilidad de los camiones ha tenido múltiples repercusiones en la operación como la pérdida de ingresos, pues cada día que un camión permanece fuera de servicio, se traduce en una pérdida directa de ingresos para la empresa. Los retrasos y cancelaciones han comenzado a afectar la percepción de la marca entre los clientes, poniendo

en riesgo relaciones comerciales a largo plazo. Los costos de reparaciones de emergencia y el manejo ineficiente de los inventarios de repuestos han incrementado los costos operativos. Para analizar la situación actual de la disponibilidad de los camiones de grúa de la empresa y su impacto, se analizaron cada uno de los datos mencionados:

- Disponibilidad del 79.5%: Esto indica que, en promedio, el 79.5% de los camiones están operativos y disponibles para el servicio. Es decir, de cada 100 horas, los camiones están disponibles 79.5 horas. Esto implica que el 20.5% del tiempo, los camiones no están disponibles debido a fallas y el tiempo necesario para reparaciones.
- MTBF (Tiempo Medio entre Fallos) de 8.8 horas: Este es un indicador de la fiabilidad de los camiones. En promedio, ocurre una falla cada 8.8 horas. Esto sugiere una frecuencia relativamente alta de fallos. Además, de la antigüedad de los vehículos, mantenimiento insuficiente o uso intensivo.
- MTTR (Tiempo medio entre reparaciones) de 2.3 horas: Indica que, en promedio, se tarda 2.3 horas en reparar un camión. Este es un tiempo de respuesta para las reparaciones, pero la frecuencia de las fallas es alta.
- Tiempo promedio de operación de 1450 horas al mes por 15 camiones
- Número de fallas y reparaciones promedio al mes de 165: Esto implica que hay un número significativo de fallas y reparaciones, lo que podría afectar la disponibilidad.
- Horas contratadas anuales de 17835 y horas de operación de 17400: Esto sugiere que los camiones no están casi cumpliendo con las horas contratadas. La diferencia entre las horas contratadas y las horas operadas sugiere que la empresa no está casi cumpliendo con sus compromisos contractuales, pero las 435 horas no cumplidas impactan negativamente en los ingresos.

- Horas no cumplidas al año de 435: Estas son las horas durante las cuales los camiones no estuvieron disponibles para cumplir con el contrato.
- Ingresos no permitidos por ventas perdidas de S/95,704.4: Esta cifra representa la pérdida financiera debido a la indisponibilidad de los camiones.

Tabla 5
Resumen de datos de la disponibilidad antes de la mejora

Mes	Horas de Operación de camiones	Nro. total de fallas	Tiempo Total de Reparación (Hrs)	Nro. total de reparaciones	MTBF (Hrs por fallo)	MTTR (Hrs/reparación)	Disponibilidad
Nov-21	1440.28	159	452.35	159	9.1	2.8	76.1%
Dic-21	1450.22	163	364.64	163	8.9	2.2	79.9%
Ene-22	1475.35	148	366.51	148	10.0	2.5	80.1%
Feb-22	1445.32	167	335.36	167	8.7	2.0	81.2%
Mar-22	1436.14	159	372.10	159	9.0	2.3	79.4%
Abr-22	1460.47	179	363.24	179	8.2	2.0	80.1%
May-22	1446.32	165	384.69	165	8.8	2.3	79.0%
Jun-22	1421.36	162	378.14	162	8.8	2.3	79.0%
Jul-22	1472.32	176	365.36	176	8.4	2.1	80.1%
Ago-22	1461.32	157	371.22	157	9.3	2.4	79.7%
Set-22	1441.74	179	369.74	179	8.1	2.1	79.6%
Oct-22	1449.14	171	365.32	171	8.5	2.1	79.9%
Promedio	1450.00	165	374.06	165	8.8	2.3	79.5%

Impacto económico

El análisis detallado de la baja disponibilidad de la flota de camiones de la empresa dedicada al servicio de grúa y transporte revela que el 79.5% de este problema se atribuye a factores específicos, lo cual ha tenido una repercusión económica considerable. Este escenario ha resultado en una pérdida de ingresos significativa, ascendiendo a S/ 95,704.40, debido a la incapacidad de cumplir con 17,835 horas contratadas, lo que se traduce en un déficit de 435 horas de servicio. Este incumplimiento no solo ha afectado la rentabilidad de la empresa, sino que también ha comprometido su reputación y la confianza de sus clientes, lo cual podría tener consecuencias a largo plazo en la sostenibilidad y el crecimiento del

negocio. Es imperativo abordar las causas subyacentes de la baja disponibilidad de la flota para restaurar la eficiencia operativa, recuperar la confianza del cliente y asegurar la viabilidad económica de la empresa.

Tabla 6

Resumen de datos de costos e ingresos antes de la mejora

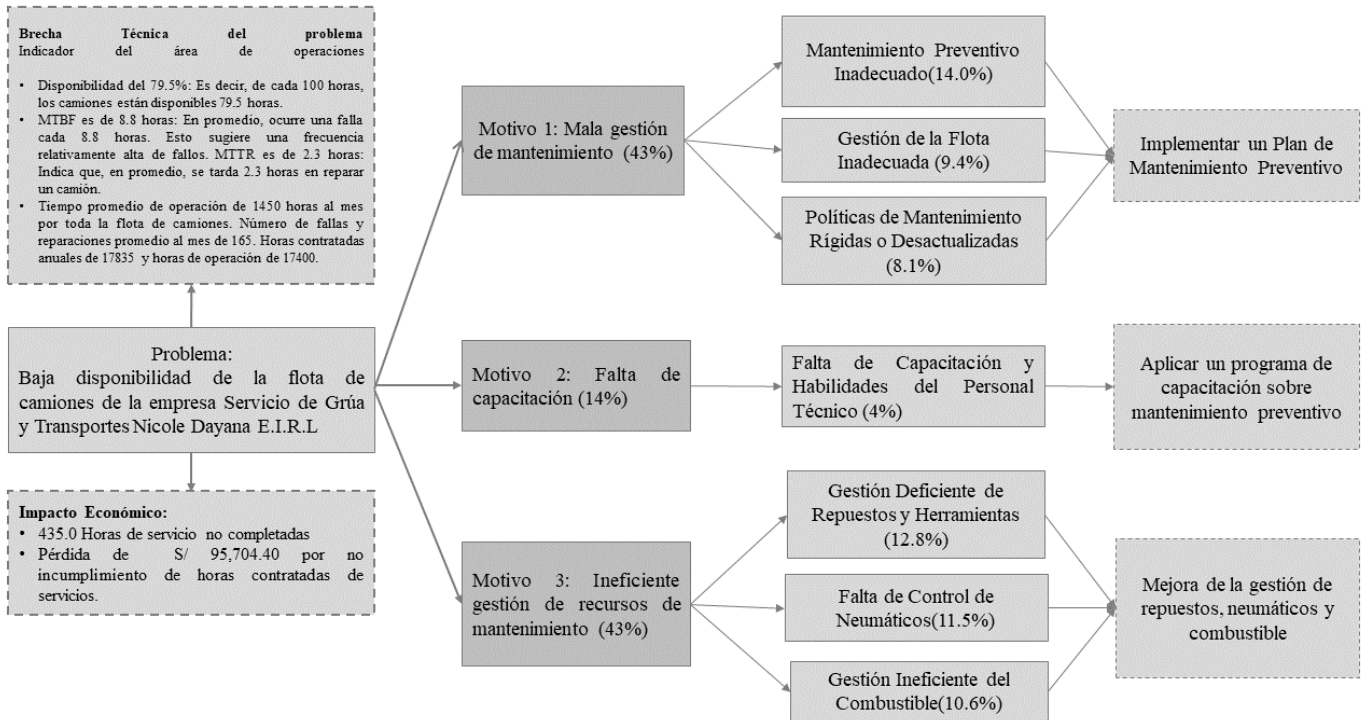
Mes	Nro. de horas contratadas	Horas de operación	Horas no cumplidas	Costo de servicio por hora	Ingresos no permitidos (Pérdidas)	Ingresos
Nov-21	1490	1440.28	49.72	S/ 220.00	S/ 10,938.40	S/ 316,861.60
Dic-21	1490	1450.22	39.78	S/ 220.00	S/ 8,751.60	S/ 319,048.40
Ene-22	1497	1475.35	21.65	S/ 220.00	S/ 4,763.00	S/ 324,577.00
Feb-22	1472	1445.32	26.68	S/ 220.00	S/ 5,869.60	S/ 317,970.40
Mar-22	1470	1436.14	33.86	S/ 220.00	S/ 7,449.20	S/ 315,950.80
Abr-22	1511	1460.47	50.53	S/ 220.00	S/ 11,116.60	S/ 321,303.40
May-22	1470	1446.32	23.68	S/ 220.00	S/ 5,209.60	S/ 318,190.40
Jun-22	1450	1421.36	28.64	S/ 220.00	S/ 6,300.80	S/ 312,699.20
Jul-22	1510	1472.32	37.68	S/ 220.00	S/ 8,289.60	S/ 323,910.40
Ago-22	1485	1461.32	23.68	S/ 220.00	S/ 5,209.60	S/ 321,490.40
Set-22	1480	1441.74	38.26	S/ 220.00	S/ 8,417.20	S/ 317,182.80
Oct-22	1510	1449.14	60.86	S/ 220.00	S/ 13,389.20	S/ 318,810.80
Total	17835.0	17400.0	435.0		S/ 95,704.40	S/ 3,827,995.60

Brecha Técnica

La brecha técnica del estudio es cumplir con las horas contratadas 17,835 horas contratadas y 17400.0 horas operadas, siendo 435 horas a cumplir, siquiera el 70% de lo establecido, lo cual tuviera un impacto significativo en los ingresos. Asimismo, esto se daría siempre y cuando el nivel de disponibilidad de la flota de camiones sería superior al 85%, según los estudios similares. En la siguiente figura 3 se muestra el detalle de los indicadores de la disponibilidad, el impacto económico, el motivo de mejora la deficiente gestión de mantenimiento y las causas que lo generan, como también la estrategia de mejora a ejecutar.

Figura 3

Brecha técnica e impacto económico



Arbol de objetivos

Para abordar el problema de la baja disponibilidad de la flota de camiones, el árbol de objetivos del estudio se enfoca en tres estrategias clave: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, la aplicación de un programa de capacitación y la mejora en la gestión de repuestos, neumáticos y combustible. A continuación, se detalla :

1. Aplicar un programa de capacitación integral para el personal:

- Crear un programa de capacitación dirigido a técnicos mecánicos enfocado en mantenimiento preventivo, diagnóstico de fallas, gestión de herramientas y repuestos, neumáticos y combustible, y prácticas de conducción eficiente. incluyendo sesiones teóricas y prácticas.

2. Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo:

- Crear un plan detallado que incluya frecuencia, tipo de mantenimiento y recursos necesarios. de mantenimiento preventivo de toda la flota de camiones
- Realizar la planificación de operaciones diarias.
- Diseñar un checklist de mantenimiento preventivo inicial
- Diseñar el formato de auditoría de diagnóstico de fallas final

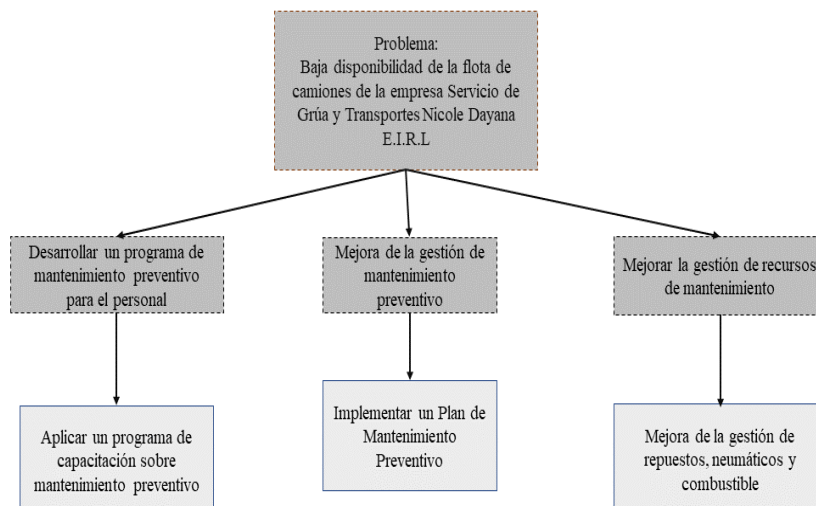
3. Mejorar la gestión de repuestos, neumáticos y combustible:

- Implementar un sistema de gestión de inventario que asegure la disponibilidad de repuestos críticos y herramientas adecuadas
- Implementación de formatos para el control de desgaste de neumáticos y la presión de aire.
- Implementación de formatos para el control y consumo de combustible

Este árbol de objetivos refleja un enfoque integral para abordar la baja disponibilidad de la flota de camiones, con un plan estratégico que cubre mantenimiento, capacitación y gestión de recursos críticos, lo que conducirá a mejoras significativas en la operación y sustentabilidad de la empresa.

Figura 4

Árbol de objetivos del estudio

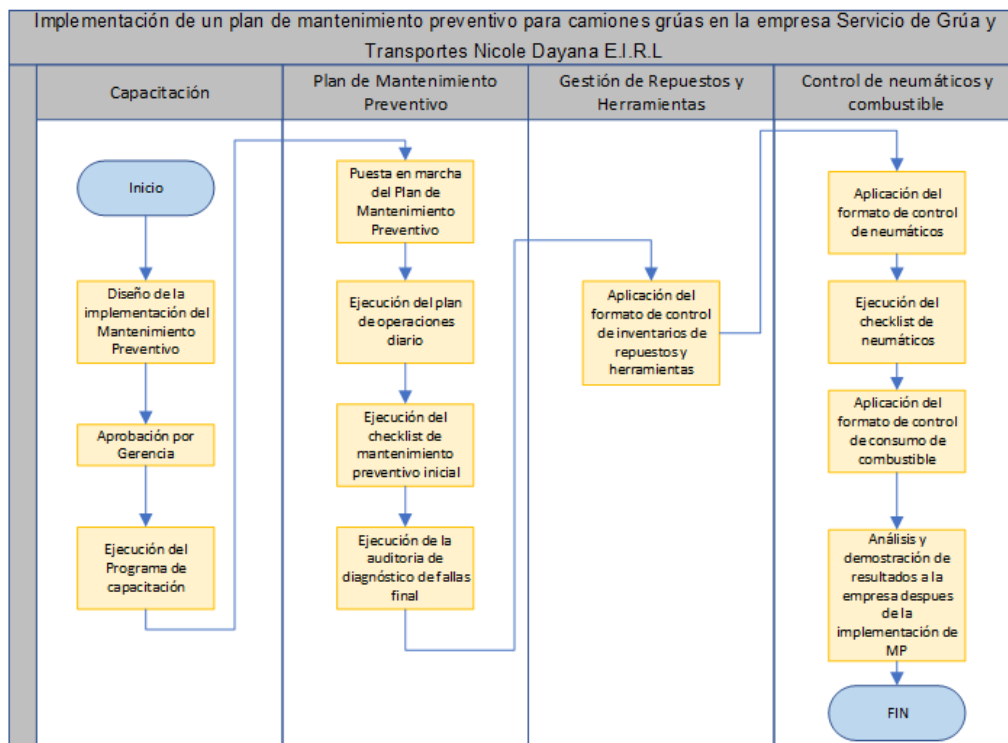


Implementación del mantenimiento Preventivo

En el siguiente diagrama de flujo se muestra el proceso de la Implementación del mantenimiento Preventivo que tuvo una duración de 3 meses entre noviembre 2022 a enero 2023:

Figura 5

Procesos de la implementación del mantenimiento Preventivo



Programa de capacitación sobre mantenimiento preventivo

Se realizó un programa de capacitación dirigido a técnicos mecánicos, enfocado en mantenimiento preventivo, diagnóstico de fallas, gestión de recursos y prácticas de conducción eficiente, este programa es altamente interactivo y práctico, lo cual aseguro que los participantes no solo adquirieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas esenciales para su desempeño profesional. La combinación de teoría, práctica y evaluación continua garantiza una formación integral en el mantenimiento, diagnóstico y conducción eficiente de camiones grúa., Entre los beneficios logrados en la capacitación a los técnicos

mecánicos fue la reducción de los costos de mantenimiento y reparación, gracias al enfoque preventivo, y la disminución del tiempo de inactividad de los camiones. El programa de capacitación tiene una duración de 8 Horas (teóricas y prácticas) a cargo de Jhonatan Freddy Peña Sucasaca desarrollado en el área de mantenimiento de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L entre el 08 de noviembre del 2022 al 18 de noviembre del 2022. En el siguiente Gantt se muestra el detalle del programa de capacitación desde la reunión hasta los resultados:

Figura 6

Cronograma de ejecución del programa de capacitación

Items	Actividades	Inicio	Finalizar	Duración	Nov. 2022		
1	Reunión sobre Programa de Capacitación	7/11/2022	7/11/2022	.2h			
2	Módulo 1 Mantenimiento Preventivo	8/11/2022	8/11/2022	.2h			
3	Módulo 2 Diagnóstico de Fallas	10/11/2022	10/11/2022	.2h			
4	Módulo 3 Gestión de herramientas, repuestos, neumáticos y combustible	14/11/2022	14/11/2022	.2h			
5	Módulo 4 Prácticas de Conducción Eficiente	16/11/2022	16/11/2022	.2h			
6	Evaluación Poscapacitación	18/11/2022	18/11/2022	.2h			
7	Determinación de resultados	30/11/2022	30/11/2022	.1h			

Antes de ejecutarse la capacitación se entregó un documento para su revisión por parte del responsable de la mejora Jhonatan Freddy Peña Sucasaca al gerente general de la empresa, donde se validó y dar luz verde a la ejecución de la capacitación. El documento se adjunta en el Anexo 2 de acuerdo a cada detalle presentado y aprobado por gerencia de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. La siguiente imagen muestran la capacitación al grupo de técnicos mecánicos representando la esencia del aprendizaje práctico y la transferencia de experiencia en un entorno altamente especializado.


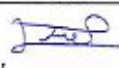




Figura 7*Desarrollo de la capacitación a técnicos mecánicos*

Asimismo, después de realizarse toda la capacitación se realizó el registro de participantes para validar el cumplimiento del programa de capacitación impartido como mejora de la gestión de mantenimiento a través de la implementación de mantenimiento preventivo en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. Asimismo, se evidenció mejoras significativas en el conocimiento y las habilidades de los técnicos en relación con el mantenimiento preventivo; estos

resultados se manifestaron en una mayor eficiencia en la realización de tareas de mantenimiento, una reducción en la incidencia de fallas inesperadas de maquinaria, y un aumento en la confiabilidad y vida útil de los equipos manejados. Este registro de capacitación se muestra a continuación validado por el gerente general y el instructor a cargo:

Figura 8

Registro de capacitación

		REGISTRO DE CAPACITACIÓN A TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES GRÚA		Código	MCG005
				Revisión	SI
				Área	Mantenimiento
				Páginas	5/10
INFORMACION GENERAL					
Fecha de la Capacitación	Duración de la Capacitación:	Nombre del Programa de Capacitación	Objetivo del Programa		
08/11/2022 al 18/11/2022	8 Horas	Capacitación sobre Mantenimiento Preventivo	Alimentar conocimientos prácticos y técnicos sobre mantenimiento preventivo en camiones grúa		
INFORMACIÓN DE LA CAPACITACIÓN					
Modulos de la capacitación	Evaluaciones realizadas	Instructor	Materiales y recursos		
4 Módulos	Teórico - Práctico	Jhonatan Peña S.	Lapiz, papel, cuaderno		
Item	Participante	Puesto	Observaciones	Firma	
1	Jorday Salas Bhacon	Mecánico	SIN Observaciones		
2	Ignacio Ceballos	Mecánico	SIN Observaciones		
3	Jorge Velazquez yarcu	Mecánico	SIN observaciones		
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Firma del instructor			Aprobado por:		
			 SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L. WILSON RECTOR ESCUDERO SUAREZ REPRESENTANTE LEGAL		


Programa de Mantenimiento Preventivo de Camiones Grúas

La aplicación del Programa de Mantenimiento Preventivo para Camiones Grúa tuvo un impacto significativo y medible en la flota, lo cual se observó una reducción notable en el número de averías y fallos mecánicos, lo que resultó en una disminución del tiempo de inactividad de los vehículos. La eficiencia operativa mejoró, al igual que la seguridad en el trabajo, gracias a la reducción de incidentes relacionados con el estado de los camiones grúa.

Para elaborar el programa de mantenimiento preventivo en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L., inicialmente, se realizó un exhaustivo diagnóstico de la flota de camiones grúa, identificando el estado actual de cada vehículo y determinando las necesidades específicas de mantenimiento. Esta evaluación permitió establecer una línea base desde la cual medir la eficacia del programa. Se priorizaron los camiones que requerían atención inmediata para asegurar que el impacto en las operaciones fuera mínimo. Asimismo, se determinaron las variedades y categorías de repuestos, así como los datos sobre duración de las tareas. Para completar adecuadamente el programa, se recabó información actual sobre los costos de los repuestos a emplear, que, al sumarse al costo de la mano de obra, proporcionaron el valor total de los servicios de mantenimiento preventivo. Este costo se asignará a los camiones de acuerdo con su kilometraje. A continuación, se muestra el siguiente programa de mantenimiento preventivo ejecutado a partir de febrero 2023, y los meses próximos donde se establecieron el tiempo de accionar según el mes necesario para su inspección a cargo de cada uno de técnicos mecánicos. Este programa de mantenimiento fue revisado por el gerente general de la empresa, lo cual trae consigo un compromiso por parte del responsable en lo establecido.

Figura 9

Ejecución del programa de mantenimiento preventivo

		Registros de datos de Mantenimiento												Código	MCG001									
		PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMIONES GRUAS												Revisión	SI									
		DESCRIPCION DEL VEHICULO												Área	Mantenimiento									
RESPONSABLE	TIPO DE VEHICULO	MARCA	MODELO	PLACA	COLOR	SOAT	PERMISO DE MANEJO INTERNO / BREVETE					Página	1/10											
Jhonatan Peña Suicasaca	Camión Grua	ISUZU	NPS75L	AZ882	BLANCO AZUL	SI																		
0% Descuento en REP (Requiestos)																								
0% Descuento en MO (Mano de Obra)																								
120 Costo Mano de Obra																								
22 Costo Aceite Mineral (L)																								
Tipo	Por Tiempo	4 Semanas	04 Meses	08 Meses	12 Meses	16 Meses	20 Meses	24 Meses	28 Meses	32 Meses	36 Meses	40 Meses	44 Meses	48 Meses	52 Meses	56 Meses	60 Meses	64 Meses	68 Meses	72 Meses	76 Meses	80 Meses	Sub Total	
REP	Acetite de motor 15W-40 Mineral	1.500	30.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	110.000	120.000	130.000	140.000	150.000	160.000	170.000	180.000	190.000	190.000	190.000	190.000
REP	Acetite de caja de cambios 80W90	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500	6.000	6.500	7.000	7.500	8.000	8.500	9.000	9.500	10.000	10.000	10.000	10.000
REP	Acetite de eje delantero 85W-140																							
REP	Acetite de eje trasero 85W-140																							
REP	Acetite Direccion Hidraulica ATF																							
REP	Filtro de acetite de Motor																							
REP	Filtro de combustible																							
REP	Filtro de combustible separador																							
REP	Filtro de aire primario																							
REP	Filtro de aire secundario																							
REP	Filtro de aire de cabina																							
REP	Filtros separador de agua																							
REP	Filtros secador de aire																							
REP	Filtros de direccion																							
REP	Refrigerante																							
REP	Líquido de embrague DOT4																							
REP	Grasa chasis Mobile Grease XHP																							
MO	Mano de Obra MP																							
REP	Material de servicio																							
	Sub Total	\$/ 6.709 \$/	5.203 \$/	770 \$/	595 \$/	770 \$/	681 \$/	571 \$/	517 \$/	571 \$/	2.923 \$/	2.279 \$/	2.596 \$/	1.827 \$/	899 \$/	5.028 \$/	943 \$/	2.493 \$/	2.497 \$/	571 \$/	860 \$/	571 \$/	571 \$/	571 \$/
	IGV	\$/ 1.208 \$/	937 \$/	339 \$/	107 \$/	123 \$/	103 \$/	103 \$/	93 \$/	103 \$/	528 \$/	428 \$/	467 \$/	329 \$/	162 \$/	965 \$/	170 \$/	449 \$/	450 \$/	103 \$/	155 \$/	103 \$/	103 \$/	103 \$/
	Total	\$/ 7.917 \$/	6.140 \$/	908 \$/	702 \$/	894 \$/	673 \$/	673 \$/	611 \$/	673 \$/	3.460 \$/	2.808 \$/	3.064 \$/	2.156 \$/	1.061 \$/	5.993 \$/	1.113 \$/	2.942 \$/	2.947 \$/	673 \$/	1.014 \$/	673 \$/	673 \$/	673 \$/

Elaborado por: Jhonatan Peña Suicasaca

Uso : Uso Interno

Aprobado por:

SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
NICOLE DAYANA E.I.R.L.
WILSON PEÑAFORTE ESCOBEDO SUAREZ


La ejecución del cronograma del programa de mantenimiento preventivo para la flota de 15 camiones grúa se realizó con un compromiso firme hacia la preservación de la integridad mecánica y operativa de cada vehículo. El programa comenzó con una revisión detallada de los registros de mantenimiento anteriores y la evaluación de cada camión grúa para establecer un punto de partida claro. Se identificaron las necesidades específicas de mantenimiento de cada vehículo, permitiendo un enfoque personalizado que consideraba el modelo del camión, su historial de uso y las recomendaciones del fabricante. A lo largo del período establecido, cada intervención de mantenimiento se llevó a cabo según lo planificado. Los técnicos mecánicos realizaron una serie de inspecciones, ajustes, reparaciones y reemplazos de componentes, según lo dictaba el checklist de mantenimiento preventivo de cada modelo de camión. El progreso de estas actividades se monitoreó de cerca, registrando meticulosamente cada tarea completada y cualquier hallazgo relevante. La culminación del programa de mantenimiento preventivo en el tiempo establecido resultó en una mejora de la confiabilidad y seguridad de la flota de camiones grúa. Se observó una disminución significativa en fallos mecánicos y tiempos de inactividad no planificados, contribuyendo a una operación más fluida y eficiente. Además, el mantenimiento preventivo sistemático extendió la vida útil de los vehículos, representando un ahorro significativo en costos de reparaciones mayores y reemplazo de equipos. Para completar adecuadamente el cronograma, se registró cada mantenimiento preventivo efectuado en la semana asignada, lo cual permitió establecer el intervalo entre servicios. El cumplimiento exitoso del cronograma del programa de mantenimiento preventivo para la flota de 15 camiones grúa destacó la importancia de una planificación cuidadosa y un enfoque proactivo hacia el mantenimiento. A continuación, se detalla el programa de mantenimiento de camiones grúas entre marzo 2023 a febrero del 2024.

Planificación de operaciones diarias

La planificación estratégica de las operaciones diarias en conjunto con el mantenimiento de una flota de camiones grúa es esencial para asegurar la continuidad y eficiencia del servicio, minimizando al mismo tiempo el impacto en la disponibilidad de los vehículos. Para la planificación de mantenimiento con las operaciones diarias se puede organizar esta integración en una tabla semanal, tomando en cuenta que el mantenimiento se realice en momentos de baja demanda o durante las horas no operativas siempre que sea posible. En el siguiente formato se muestra la aplicación del plan diario del camión Modelo NPS75L con Placa AZI882, durante 6/02/2023 al 12/02/2023:



Figura 11

Plan diario de operación del modelo NPS75L

	Registros de datos de Mantenimiento			Código	MCG002
				Revisión	SI
	PLAN DIARIO DE OPERACIONES DE CAMIONES GRUAS			Área	Mantenimiento
				Página	2/10

DESCRIPCION DEL VEHICULO				
RESPONSABLE	TIPO DE VEHICULO	MODELO	PLACA	FECHA
Jhonatan Peña Sucasaca	Camión Grua	NPS75L	AZI882	6/02/2023 al 12/02/2023

Item	Día/Sesión	Operaciones Diarias	Mantenimiento Programado	Notas
1	Lunes	Operaciones de carga y descarga (08:00-12:00) Transporte de minerales (13:00-17:00)	Inspección diaria (07:00-08:00)	La inspección se realiza antes del inicio de las operaciones.
2	Martes	Transporte de mercancías (08:00-16:00)	Inspección diaria (07:00-08:00) Revisión semanal (17:00-19:00)	La revisión semanal se programa después de las operaciones diarias.
3	Miércoles	Mantenimiento de operaciones (08:00-12:00)	Inspección diaria (07:00-08:00)	
4	Jueves	Operaciones de carga y descarga (08:00-14:00)	Inspección diaria (07:00-08:00)	
5	Viernes	Transporte y entrega de mercancías (08:00-17:00)	Inspección diaria (07:00-08:00) - Mantenimiento mensual/trimestral/anual (programado con antelación para no coincidir con operaciones críticas)	El mantenimiento de mayor envergadura se planifica para viernes por la tarde o cuando se prevea menor actividad.
6	Sábado	Actividades de baja demanda o no programadas	Variabilidad para mantenimientos o reparaciones imprevistas	Día utilizado principalmente para mantenimientos que requieren más tiempo sin afectar las operaciones normales.
7	Domingo	Día no operativo	Oportunidad para revisión general y mantenimientos que no se pudieron realizar durante la semana	Ideal para mantenimientos que requieren que el vehículo esté fuera de servicio por períodos más largos.

Elaborado por: Jhonatan Peña Sucasaca 	Aprobado por: SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L.  WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ
--	---

Checklist de mantenimiento preventivo inicial

La implementación del checklist de mantenimiento preventivo es crucial antes de proceder con mejoras en los camiones grúas. Este checklist sirvió para asegurar que todos los componentes del vehículo están en óptimas condiciones y preparados para las actualizaciones o mejoras planificadas. Para elaborar el checklist de mantenimiento preventivo, se determinaron las tareas específicas a realizar en cada lado del camión, así como los procedimientos necesarios con la cabina inclinada. La correcta implementación del checklist de mantenimiento preventivo se basó en la revisión de presiones y niveles, la interpretación de datos del tablero de instrumentos, y la realización de pruebas de manejo para asegurar la calidad.

En este caso se está considerando la aplicación del Checklist de Mantenimiento Preventivo Inicial en el camión grúa camión Modelo NPS75L con Placa AZI882 llevado a cabo por el equipo de técnicos mecánicos revisados por el encargado del plan de mejora Peña Sucasaca Jhonatan Freddy. Antes de proceder con el checklist, el equipo realizó una evaluación preliminar del camión grúa para comprender su estado general y cualquier problema específico que pudiera necesitar atención inmediata. Esta evaluación sirvió como un punto de partida para la aplicación detallada del checklist. Después de completar el checklist, el equipo identificó varios puntos que requerían atención. Las acciones correctivas se implementaron de manera oportuna, incluyendo el reemplazo de partes desgastadas, la recarga de fluidos a sus niveles óptimos y ajustes en los sistemas de frenos y hidráulicos para garantizar su rendimiento eficiente y seguro. A continuación, se presenta el checklist inicial ejecutado en la revisión inicial el 21 de febrero del 2023 al camión grúa Modelo NPS75L con Placa AZI882 donde se refleja que existen ciertas deficiencias en los sistemas del camión:

Figura 12

Checklist de mantenimiento preventivo ejecutado

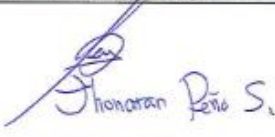

NICOLE DAYANA GRUA Y TRANSPORTES		Registros de datos de Mantenimiento		Código	MCG008
CHECKLIST DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO INICIAL				Revisión	51
				Área	Mantenimiento
				Páginas	3/10
TECNICO RESPONSABLE:		NUMERO DE OT:	FECHA: 21/08/2023		
PLACA: AZI-888		VIN:	KILOMETRAJE ACTUAL:		
			HORÓMETRO:		
1.- Trabajos en el Interior del vehículo (cabina bajada)					
1	Codigos de falla	→	verificar si hay fallas activas con la herramienta de diagnósticos, corregir en caso de que sea necesario		NA
2	Limpiador y lavador de parabrisas	→	verificar el funcionamiento		/
3	Panoles de acabado de la puerta interna	→	verificar estado		/
4	Máquina del levanta vidrios o accionamiento eléctrico de los vidrios	→	verificar el funcionamiento		NA
5	Asientos y cinturones de seguridad	→	verificar el funcionamiento y regulación		/
6	Ventilación interna de la cabina, calefacción y aire acondicionado	→	verificar el funcionamiento, si existen		NA
7	Luz Interna de cortesía	→	verificar el funcionamiento		/
8	Bacina, Interruptor de los faros y luces y conmutador del faro	→	verificar el funcionamiento		/
9	Panel de instrumentos: instrumentos, luces de aviso y alarma sonora	→	verificar el funcionamiento		/
10	Tacógrafo	→	verificar el funcionamiento (si equipado)		/
11	Herramientas y extintor de incendio	→	verificar		/
2.- Trabajos al lado del vehículo (cabina bajada)					
12	Sistema de enfriamiento	→	verificar nivel de líquido y concentración de aditivo utilizando refractómetro digital y corregir si necesario		NA
13	Depósito de urea (sistema SCR)	→	verificar el nivel en el tablero de instrumentos y completar, si es necesario		NA
14	Compresor de aire	→	verificar la carga del sistema y el ruido anormal		/
15	Alarma sonora del sistema de frenos	→	verificar el funcionamiento		/
16	Compresor de aire, tuberías y conexiones	→	verificar fijación		/
17	Ruedas y neumáticos	→	reapretar las ruedas y calibrar los neumáticos según el manual, incluso la rueda de emergencia		/
18	Tractor: Mangueras y cables del sistema de frenado del implemento	→	verificar		NA
19	Tractor: Sampa de acceso y pasadizo	→	verificar el estado y las fijaciones		NA
20	Cerraduras, bisagras, manetas y pestillos de las puertas	→	lubricar y verificar el funcionamiento		/
21	Faros	→	verificar alineamiento y ajustar el enfoque en caso de que sea necesario		/
22	Batería(s)	→	verificar el nivel, la densidad del electrolito (solamente para baterías con mantenimiento) y tensión. Corregir en caso de que sea necesario		/
3.- Trabajos al lado del vehículo (cabina subida)					
23	Accesorio del motor	→	verificar el nivel y las fugas		/
24	Sistema de enfriamiento: mangueras y tuberías	→	verificar cuanto a fugas y estado del sistema		/
25	Correa y tensor de la correa del motor	→	verificar el estado, la tensión y las fijaciones		/
26	Tubería entre el filtro de aire y el motor	→	verificar el estado, el montaje y las fijaciones de las		/
27	Embrague	→	verificar el curso de vistazo de accionamiento		/
28	Pedal del embrague	→	verificar el funcionamiento		/
29	Árbol de transmisión: juntas universales y acoples deslizable	→	lubricar		/
30	Suspensión delantera	→	lubricar (ballestas con engrasadora)		/
31	Grupos y soportes de las ballestas (inclusive 2º eje, si equipado)	→	reapretar		/
32	Dirección hidráulica	→	verificar fugas y nivel del líquido		/
33	Volante de la dirección	→	alinear en caso de que sea necesario		/
34	Columna de la dirección: cruce	→	verificar la fijación		/
35	Eje trasero	→	verificar el nivel de aceite, limpiar el respiro y verificar su posición de montaje		/
36	Eje trasero: diferencial y cubo de la rueda	→	verificar fugas y nivel de aceite		/
37	Válvula del pedal del freno	→	verificar el funcionamiento		/
4.- Prueba de carretera y evaluación funcional					
38	Prueba de conducción	→	encender el motor y esperar que carguen los depósitos de aire, verificar el funcionamiento de los frenos de servicio y de estacionamiento, rodar con el vehículo observando: dirección, freno motor, instrumentos del panel y sistema eléctrico, embrague, caja de cambios y rendimiento del motor		/
5.- Liberación del vehículo para entrega					
39	Vehículo	→	limpiar/lavar interna y externamente		/
40	Indicador del próximo mantenimiento	→	ajustar el kilometraje de la próxima parada y el grupo de aplicación del vehículo con la herramienta de diagnóstico		/
6.- Sistema de Grua					
41	Fallos	→	verificar niveles, fugas		/
42	Brazos articulados: pivotes y soldaduras	→	verificar desmontaje		/
43	Brazos articulados	→	verificar articulaciones		/
REPORTE DE FALLAS Y AVERÍAS					
1	Trabajos en el Interior del vehículo (cabina bajada)		OK		
2	Trabajos al lado del vehículo (cabina bajada)		OK		
3	Trabajos al lado del vehículo (cabina subida)		OK		
4	Prueba de carretera y evaluación funcional		OK		
5	Liberación del vehículo para entrega		OK		
6	Sistema de Grua		OK		
Comentarios:					
Supervisor: Jhonatan Poma S.					
Técnico Encargado: Jorday Bryan Salas Balcón					
Firma:					

Auditoria de diagnóstico final

Después de ejecutarse el plan de mantenimiento de acuerdo a lo establecido se realizó un diagnóstico cada cierto tiempo por cada camión para verificar el normal cumplimiento y la previsión de fallas. En el siguiente formato se muestra la revisión del camión AZN944 el 12 de junio del 2023.

Figura 13

Aplicación del formato de auditoría de diagnóstico de fallas final

NICOLE DAYANA GRUA Y TRANSPORTES		FORMATO DE AUDITORIA DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS FINAL	
		Código	MCG006
		Revisión	SI
		Área	Mantenimiento
		Página	6/10
Identificación del Vehículo	Fecha de Auditoría	Auditor	Responsable
AZN-944	12/06/2023	Wilson Escudero Suarez	
Item	Análisis	Descripción	Verificar (SI/NO)
1	Historial de Mantenimiento y Reparaciones	Revisión del historial de mantenimiento y reparaciones para identificar patrones de fallas recurrentes y la efectividad de las intervenciones realizadas.	SI
2	Inspección Visual	Evaluación detallada del estado físico del camión grúa, incluyendo estructura, pintura, corrosión, y señales de desgaste o daño.	SI
3	Sistema Hidráulico	Verificación de la integridad y funcionamiento de componentes hidráulicos, como bombas, mangueras, cilindros, y válvulas, buscando fugas, desgaste, o daños.	SI
4	Mecanismos de Elevación y Accesorios	Inspección de los sistemas de elevación, incluyendo el cableado, poleas, ganchos, y cualquier otro accesorio utilizado en las operaciones de elevación.	SI
5	Sistema de Control y Seguridad	Prueba de los sistemas de control, incluidos los controles manuales y automáticos, para asegurar su correcta calibración y funcionamiento. Revisión de los dispositivos de seguridad, como limitadores de carga y sistemas de alerta.	SI
6	Motor y Transmisión	Evaluación del motor y la transmisión, incluyendo la revisión de niveles de fluidos, estado de los filtros, y funcionamiento general.	SI
7	Sistema Eléctrico	Inspección del sistema eléctrico, incluyendo baterías, alternador, cableado, y conexiones, buscando signos de desgaste, corrosión, o mal funcionamiento.	SI
8	Neumáticos y Sistema de Frenos	Revisión del estado de los neumáticos, presión de aire, y profundidad del dibujo. Inspección del sistema de frenos, incluyendo discos, tambores, pastillas, y líquido de frenos.	SI
9	Capacitación y Operación	Evaluación de la capacitación y competencia de los operadores, así como de las prácticas operativas, para identificar posibles contribuyentes a las fallas.	SI
10	Análisis de Datos y Software de Diagnóstico	Uso de herramientas de diagnóstico y software especializado para leer códigos de fallo, monitorear el rendimiento del vehículo, y analizar datos operativos.	SI
11	Entorno de Trabajo y Condiciones Operativas	Consideración de las condiciones ambientales y de trabajo donde se opera el camión grúa, ya que factores externos pueden influir en las fallas.	SI
12	Reporte de Fallas y Recomendaciones	Documentación detallada de los hallazgos, incluyendo la identificación de las causas de las fallas, y elaboración de recomendaciones para su corrección o mejora.	SI
Observaciones		Acciones Correctivas Sugeridas	
Firma del Responsable		Aprobado por:	
 Jhonatan Freddy Peña S.		 SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L. WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ REPRESENTANTE LEGAL	

Gestión de repuestos y herramientas

Implementación del control de repuestos y herramientas

De acuerdo al programa de mantenimiento preventivo implementado en la flota de camiones grúas, se desarrolló y puso en práctica el formato de control de repuestos y herramientas, para optimizar la gestión de inventarios, garantizando la disponibilidad de repuestos críticos y herramientas esenciales, y minimizar el tiempo de inactividad de los vehículos debido a reparaciones o mantenimientos inesperados. La implementación de este formato de control tuvo un impacto significativo en la operación de la flota, manifestándose en varias aplicaciones prácticas y resultados tangibles.



Se estableció un sistema de seguimiento en tiempo real para el inventario de repuestos y herramientas, permitiendo una visibilidad completa de los recursos disponibles. Esto facilitó la planificación de mantenimientos y la respuesta rápida a necesidades imprevistas, asegurando que los camiones grúas permanecieran operativos con mínimas interrupciones. El formato permitió identificar tendencias en el consumo de repuestos y la utilización de herramientas, lo que a su vez posibilitó realizar pedidos de manera proactiva. Al anticipar las necesidades futuras basándose en datos históricos, la empresa pudo evitar la escasez de componentes críticos y optimizar los tiempos de entrega. La implementación del formato proporcionó datos valiosos para el análisis de costos y la identificación de áreas de mejora..

La gestión eficiente del inventario de repuestos y herramientas permitió reducir los costos asociados a compras de emergencia y almacenamiento excesivo. Al ajustar el inventario a las necesidades reales y mejorar la planificación de compras, se lograron ahorros significativos en el presupuesto de mantenimiento. La implementación del formato de control contribuyó a una operación más sostenible al minimizar el desperdicio de recursos y

optimizar el uso de repuestos y herramientas. A continuación, se muestra el formato de control de repuestos y herramientas:

Figura 14

Formado de control de repuestos y herramientas ejecutado

		FORMATO DE CONTROL DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS		Código	MCG007
				Revisión	SI
				Área	Mantenimiento
				Página	7/10
Item	Descripción	Código	Cantidad Disponible	Precio Unitario	Subtotal
1	Berbiquí	HMN001	2	S/ 46.00	S/ 92.00
2	Caballetes tripodes 6 Toneladas	HMN002	6	S/ 110.00	S/ 660.00
3	Camillas	HMN003	8	S/ 176.00	S/ 1,408.00
4	Compresometro	HMN004	22	S/ 205.00	S/ 4,510.00
5	Compresor de aire 2 HP	HMN005	2	S/ 645.00	S/ 1,290.00
6	Engrasadora Neumatica	HMN006	26	S/ 682.00	S/ 17,732.00
7	Gabinete de Herramientas (vacío)	HMN007	8	S/ 250.00	S/ 2,000.00
8	Gato tipo botella 20 Toneladas	HMN008	2	S/ 150.00	S/ 300.00
9	Gato tipo lagarto 5 Toneladas	HMN009	7	S/ 350.00	S/ 2,450.00
10	Juego de alicates	HMN010	4	S/ 78.00	S/ 312.00
11	Juego de dados y ratchet (maleta completa)	HMN011	6	S/ 799.00	S/ 4,794.00
12	Juego de destornilladores	HMN012	2	S/ 65.00	S/ 130.00
13	Juego de llaves de 22 piezas	HMN013	7	S/ 175.00	S/ 1,225.00
14	Llave francesa 8"	HMN014	4	S/ 13.00	S/ 52.00
15	Martillo de goma	HMN015	7	S/ 13.00	S/ 91.00
16	Multimetro digital	HMN016	8	S/ 485.00	S/ 3,880.00
17	Aceite de motor 15W-40 Mineral	HMN017	5	S/ 22.00	S/ 110.00
18	Aceite caja de cambios 80w90	HMN018	5	S/ 56.98	S/ 284.90
19	Aceite de eje delantero 85w-140	HMN019	8	S/ 2.50	S/ 20.00
20	Aceite de eje trasero 85w-140	HMN020	9	S/ 6.00	S/ 54.00
21	Aceite Dirección Hidraulica ATF	HMN021	5	S/ 45.00	S/ 225.00
22	Filtro de aceite de Motor	HMN022	7	S/ 120.00	S/ 840.00
23	Filtro de aire de cabina	HMN023	5	S/ 6.00	S/ 30.00
24	Filtro separador de agua	HMN024	8	S/ 45.00	S/ 360.00
25	Filtro secador de aire	HMN025	6	S/ 120.00	S/ 720.00
26	Filtro de direccion	HMN026	6	S/ 120.00	S/ 720.00
27	Refrigerante	HMN027	7	S/ 300.00	S/ 2,100.00
28	Líquido de embrague DOT4	HMN028	8	S/ 120.00	S/ 960.00
29	Pistola de impacto Neumatica de 1"	HMN029	6	S/ 1,954.00	S/ 11,724.00
30	Pistola de impacto Neumatica de 1/2"	HMN030	4	S/ 235.00	S/ 940.00
31	Tornillo de banco 5"	HMN031	3	S/ 147.00	S/ 441.00
32	Torquímetro 1/2" 27.2 - 204 Nm 20-150lb/ft	HMN032	6	S/ 298.00	S/ 1,788.00
Elaborado por: Jhonatan Peña Sucasaca 			Aprobado por: SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L.  WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ,		

En definitiva, la implementación de un formato de control de repuestos y herramientas ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la gestión de inventarios, optimizar

costos y aumentar la eficiencia operativa en las actividades de mantenimiento de la flota de camiones grúas.

Control de neumáticos y combustible




Implementación de Checklist para la revisión de Neumáticos

La implementación del checklist de revisión de neumáticos como parte del mantenimiento preventivo en la flota de camiones grúa se llevó a cabo con el objetivo de maximizar la vida útil de los neumáticos y garantizar la seguridad y eficiencia en las operaciones. Este documento fue diseñado para asegurar una revisión metódica y consistente de los neumáticos, contribuyendo significativamente a la seguridad y rendimiento óptimo de los vehículos. La aplicación de este checklist se realizó de forma rutinaria, formando parte integral del mantenimiento preventivo de cada camión grúa en la flota. Los técnicos encargados llevaron a cabo las inspecciones y validados por el inspector a cargo donde registraron y validaron los hallazgos, permitiendo una gestión efectiva del estado de los neumáticos. La implementación de este checklist demostró ser un componente clave en el mantenimiento preventivo, asegurando que los neumáticos, elementos críticos para la operación segura de los camiones grúa, se mantuvieran en condiciones óptimas. Inicialmente, se realizó un diagnóstico exhaustivo del estado de los neumáticos de cada camión grúa, registrando aspectos como la presión de inflado, el desgaste, la rotación de neumáticos, entre otros aspectos. Esta evaluación proporcionó una base de datos detallada que permitió identificar neumáticos próximos a su vida útil recomendada o que presentaban condiciones que podían comprometer la seguridad.

En el siguiente formato se muestra el checklist de revisión de neumáticos de un camión en el mes de febrero 2023, lo cual estuvo a cargo de Jhonatan Freddy Peña

Sucasaca encargado de la mejora del programa de mantenimiento preventivo donde se visualiza claramente los criterios considerados para su revisión:

Figura 15
Checklist de revisión de neumáticos ejecutado en febrero 2023

 CHECKLIST PARA EL CONTROL DE NEUMÁTICOS DE CAMIONES GRUA		Código	MCG009
		Revisión	SI
		Área	Mantenimiento
		Página	9/10
Fecha de Inspección	06/02/2023		
Vehículo/Unidad	886-836		
Inspector	Jhonatan Peña Sucasaca		
Ítem a Verificar	Estado (Bueno/Malo/Reemplazar)	Observaciones	
1. Presión de los Neumáticos	Bueno	Se verificó que la presión es la adecuada según las especificaciones del fabricante	
2. Profundidad del Dibujo	Bueno	Se verificó que la profundidad sea superior al mínimo legal requerido	
3. Desgaste Uniforme del Neumático	Bueno	Se inspeccionó y detectó que no existe desgaste irregular que indique problemas de alineación o suspensión	
4. Daños en la Banda de Rodadura	Bueno	Se verificó que no existe cortes, grietas y objetos incrustados	
5. Estado de las Paredes Laterales	Bueno	Se verificó la ausencia de cortes, grietas abultamientos y deformaciones	
6. Válvulas y Tapas de las Válvulas	Bueno	Se comprobó que estén en buen estado y bien ajustadas	
7. Alineación y Balanceo	Reemplazar	Se observó que hay vibraciones en el timón, necesita alineamiento y balanceo	
8. Rotación de Neumáticos	Bueno	Se verificó que no es necesario realizar la rotación de neumáticos según el plan de mantenimiento	
9. Limpieza de Neumáticos	Bueno	Los neumáticos están limpios	
10. Registro de Reemplazo de Neumáticos	Bueno	26/02/2023	
Firma del Inspector			
 46228308			
SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L.  WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ REPRESENTANTE LEGAL			


Implementación de control de neumáticos

La implementación del control de neumáticos resultó en una notable mejora en la vida útil promedio de los neumáticos de la flota, reduciendo significativamente la frecuencia de reemplazos y los costos asociados. Además, se observó una disminución en las incidencias relacionadas con fallos de neumáticos en ruta, lo que contribuyó a una mayor seguridad y reducción de tiempos de inactividad. Este proceso implicó el registro de neumáticos de acuerdo a sus características como rendimiento, reencauche, posición, costo por km, entre otros lo cual permite tener un mayor control sobre neumáticos de la flota de la empresa.

En el siguiente formato se muestra el control de neumáticos del modelo NPS75L de Placa AZI882 de acuerdo a sus características como km recorrido y costo, como también cantidades y tipos de neumáticos según su ubicación de trabajo, tomando en cuenta el número de reencauche, esto permitió obtener el costo de los neumáticos por kilometraje de recorrido. Este registro se realizó el 06 de marzo del 2023 a cargo de Jhonatan Freddy Peña Sucasaca. Es importante mencionar que los neumáticos se cambian cada 15 mil kilómetros.

Figura 16

Formato de control de neumáticos



		FORMATO DE CONTROL DE NEUMATICOS DE CAMIONES GRUA				Código	MCG008
						Revisión	SI
						Área	Mantenimiento
						Página	8/10

TIPO DE VEHICULO	NPS75L	PLACA	AZI882	FECHA	6/03/2023
------------------	--------	-------	--------	-------	-----------

ITEM	TIPO	COSTO	REENCAUCHE	COSTO R	RENDIMIENTO (KM)	REND REENCAUCHE (KM)
1	DELANTERO	S/ 169.49	0	0	15000	0
2	TRACCION	S/ 169.49	2	S/ 115.00	15000	15000
3	REPUESTO	S/ 169.49	0	0	0	0

Posición	Modelo	US\$	Rendimiento Km	S/Km 1° Vida	Num. Reencauches	us\$ /reencauche	Ren. Reen en Km	US\$/Km total
1	Delantero	169	15000	S/ 0.011	0	0	0	S/ 0.011
2	Delantero	169	15000	S/ 0.011	0	0	0	S/ 0.011
3	Tracción	170	15000	S/ 0.011	2	115	15000	S/ 0.009
4	Tracción	170	15000	S/ 0.011	2	115	15000	S/ 0.009
5	Repuesto	170	0	S/ -	0	0	0	S/ -

TIPO DE CAMBIO S/ 3.90		0.04520 US\$/Km		0.04035 US\$/Km	
S/ 0.18 S/. Por Km		S/ 0.16 S/. Por Km			

Firma del Responsable Jhonatan Peña Sucasaca 	Aprobado por: SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES NICOLE DAYANA E.I.R.L.  WILSON HECTOR ESCUDERO SUARE.
---	--

Implementación del control del consumo de combustible

De acuerdo al plan de mantenimiento preventivo para la flota de camiones grúa, se implementó un formato de registro del consumo de combustible. Este documento estuvo destinado a monitorizar y analizar el consumo de combustible de cada vehículo, con el objetivo de identificar posibles ineficiencias y áreas de mejora.

En primera instancia se identificó y se registró información como; número de placa, conductor, fecha de abastecimiento, kilometraje de recorrido, entre otros datos, esto permitió calcular el consumo promedio en km/galón de combustible. La aplicación del formato de registro del consumo de combustible contribuyó significativamente a mejorar la eficiencia de combustible de la flota. Se logró una reducción notable en el consumo de combustible por vehículo, lo que resultó en un ahorro económico sustancial para la empresa. Además, el monitoreo continuo del consumo de combustible facilitó la detección temprana de posibles problemas mecánicos, reduciendo los tiempos de inactividad y prolongando la vida útil de los camiones grúa. La implementación de este formato de registro del consumo de combustible demostró ser una herramienta valiosa dentro del programa de mantenimiento preventivo, no solo para la gestión eficiente del combustible sino también como indicador de la salud mecánica de los camiones grúa. Este enfoque proactivo mejoró las operaciones de la flota, optimizando el rendimiento y contribuyendo a la sostenibilidad económica y ambiental de la empresa. El siguiente formato muestra el control diario del consumo de combustible del mes marzo 2023 del camión NPS75L Placa AZI882:

Figura 17

Formato de control diario del consumo de combustible del mes marzo 2023

Placa		Conductor		Características		Lugares		Fecha		HORA		Datos del Recorrido			COMBUSTIBLE		
		N°	Fac	Ruta	GRIFO 1	FECHA DE ABASTEC	SALIDA	LLEGADA	Producto	KM Inicial	Km Final	Km	GLS.	PRECIO	COSTO TOTAL		
AZ1882	Operador 1	14632	1	Continental	Continental	01/03/2023	7:12:00	5:57:00	DIESEL	64,121	64,154	350	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14643	2	Continental	Continental	02/03/2023	7:14:00	5:42:00	DIESEL	64,154	64,554	400	25.16	S/ 17.53	S/ 441.05		
AZ1882	Operador 1	14649	2	Continental	Continental	03/03/2023	7:12:00	5:47:00	DIESEL	64,554	64,904	350	25.23	S/ 17.53	S/ 442.28		
AZ1882	Operador 1	14652	3	Marcona	Marcona	04/03/2023	7:10:00	5:53:00	DIESEL	64,904	65,278	374	27.50	S/ 17.53	S/ 482.08		
AZ1882	Operador 1	14654	2	Continental	Continental	06/03/2023	7:12:00	5:35:00	DIESEL	65,278	65,632	354	26.00	S/ 17.53	S/ 455.78		
AZ1882	Operador 1	14659	4	Continental	Continental	07/03/2023	7:27:00	5:48:00	DIESEL	65,632	65,997	365	22.14	S/ 17.53	S/ 388.11		
AZ1882	Operador 1	14662	1	Primax	Continental	08/03/2023	7:09:00	5:18:00	DIESEL	65,997	66,339	342	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14669	3	Continental	Continental	09/03/2023	7:16:00	5:37:00	DIESEL	66,339	66,664	325	21.53	S/ 17.53	S/ 377.42		
AZ1882	Operador 1	14671	2	Marcona	Marcona	10/03/2023	7:08:00	5:39:10	DIESEL	66,664	67,016	352	21.25	S/ 17.53	S/ 372.51		
AZ1882	Operador 1	14678	3	Continental	Continental	11/03/2023	7:12:00	5:42:00	DIESEL	67,016	67,368	352	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14686	4	Continental	Continental	13/03/2023	7:06:00	5:41:00	DIESEL	67,368	67,730	362	27.50	S/ 17.53	S/ 482.08		
AZ1882	Operador 1	14691	2	Continental	Continental	14/03/2023	7:02:00	5:47:00	DIESEL	67,730	68,042	312	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14701	2	Continental	Continental	15/03/2023	7:12:00	5:39:00	DIESEL	68,042	68,407	365	22.14	S/ 17.53	S/ 388.11		
AZ1882	Operador 1	14711	6	Continental	Continental	16/03/2023	7:10:00	5:38:00	DIESEL	68,407	68,733	326	22.53	S/ 17.53	S/ 394.95		
AZ1882	Operador 1	14719	1	Marcona	Marcona	17/03/2023	7:19:00	5:32:00	DIESEL	68,733	69,098	365	22.14	S/ 17.53	S/ 388.11		
AZ1882	Operador 1	14722	3	Continental	Continental	18/03/2023	7:06:00	5:47:00	DIESEL	69,098	69,424	326	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14731	6	Continental	Continental	20/03/2023	7:22:00	5:48:00	DIESEL	69,424	69,780	356	21.50	S/ 17.53	S/ 376.90		
AZ1882	Operador 1	14739	2	Primax	Continental	21/03/2023	7:22:00	5:53:00	DIESEL	69,780	70,148	368	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14744	2	Continental	Continental	22/03/2023	7:12:00	5:57:00	DIESEL	70,148	70,504	356	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
AZ1882	Operador 1	14754	3	Continental	Continental	23/03/2023	7:10:00	5:42:00	DIESEL	70,504	70,871	367	21.25	S/ 17.53	S/ 372.51		
AZ1882	Operador 1	14761	3	Continental	Continental	24/03/2023	7:16:00	5:47:00	DIESEL	70,871	71,256	385	21.16	S/ 17.53	S/ 370.93		
AZ1882	Operador 1	14769	3	Continental	Continental	25/03/2023	7:12:00	5:39:00	DIESEL	71,256	71,611	355	23.00	S/ 17.53	S/ 403.19		
													511.03		S/ 8,958.36		

FORMATO DE CONTROL DE COMBUSTIBLE



Registro Mes
Mar-23

Aprobado por:
SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
NICOLE DAYANA E.I.R.L.
WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ

Responsable
Jhonatan Peña Sucasaca

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Descripción de las mejoras

Mejora de la disponibilidad

La disponibilidad de los camiones grúa ha aumentado significativamente de 79.5% a 93.1%. Este aumento en la disponibilidad indicó que los camiones están operativos y listos para ser utilizados un mayor porcentaje del tiempo; esto provocó una mayor disponibilidad para cumplir con las demandas operativas y mejorar la respuesta ante las necesidades de los proyectos o servicios que requieren de estos camiones entre marzo 2023 a febrero 2024

El incremento del MTBF de 8.8 a 24.7 indicó que el tiempo medio entre fallas se ha triplicado; esto significó que los camiones grúa están funcionando más tiempo sin experimentar averías, lo cual es un indicador de mejora en la fiabilidad y calidad del mantenimiento, debido que, al haber menos interrupciones por fallas, la operación se vuelve más eficiente y productiva. La reducción del MTTR de 2.3 a 1.5 ha permitido demostrar que las fallas de los camiones grúas han disminuido, lo cual garantiza que los procedimientos de mantenimiento y reparación se han vuelto más eficientes, ya sea por mejoras en la capacitación del personal, la disponibilidad de repuestos, o la implementación de control de repuestos, neumáticos y combustible. Una menor duración en las reparaciones contribuye directamente a aumentar la disponibilidad de los camiones para operar, ya que se reduce el tiempo en el que están fuera de servicio en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L.

La implementación de mantenimiento preventivo ha resultado en una operación más confiable y disponible de los camiones grúa, evidenciado por el aumento en el MTBF y la disminución en el MTTR, lo cual permitió identificar y corregir problemas antes de que ocurran fallas, reduciendo el tiempo de inactividad y aumentando la

disponibilidad del equipo. El resultado final de estas mejoras en la flota de camiones grúa genero un servicio más confiable, que experimento menos interrupciones y reparaciones más rápidas cuando ocurren fallas, mejorando la eficiencia operativa, sino que también contribuyo a la reducción en los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo, además de mejorar la satisfacción del cliente. En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos después de la implementación del mantenimiento preventivo entre marzo 2023 a febrero 2024.

Tabla 7

Resultados obtenidos después de la implementación del mantenimiento preventivo

Mes	Horas de Operación de camiones	Nro. total de fallas	Tiempo Total de Reparación (Hrs)	Nro. total de reparaciones	MTBF (Hrs por fallo)	MTTR (Hrs/reparación)	Disponibilidad
Mar-23	1445.36	126	184.35	126	11.5	1.5	88.7%
Abr-23	1448.34	118	180.15	118	12.3	1.5	88.9%
May-23	1451.74	112	165.32	112	13.0	1.5	89.8%
Jun-23	1452.42	106	136.53	106	13.7	1.3	91.4%
Jul-23	1453.12	92	127.62	92	15.8	1.4	91.9%
Ago-23	1456.21	86	109.23	86	16.9	1.3	93.0%
Set-23	1458.25	64	87.58	64	22.8	1.4	94.3%
Oct-23	1461.51	53	68.86	53	27.6	1.3	95.5%
Nov-23	1467.32	42	72.35	42	34.9	1.7	95.3%
Dic-23	1484.45	38	63.62	38	39.1	1.7	95.9%
Ene-24	1493.32	36	65.67	36	41.5	1.8	95.8%
Feb-24	1518.22	32	62.32	32	47.4	1.9	96.1%
Promedio	1465.9	75	110.3	75	24.7	1.5	93.1%

En cuanto a la comparación de resultados antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo se visualizan en la siguiente tabla a detalle:

Tabla 8

Comparación de resultados antes y después del MP

Descripción	Antes de la mejora	Después de la Mejora	Variación %
Disponibilidad	79.5%	93.1%	17.0%
MTBF (Hrs por fallo)	8.8	24.7	180.9%
MTTR (Hrs/reparación)	2.3	1.5	-33.0%

Nro. de horas contratadas	17835.0	18240.0	2.3%
Horas de operación	17400.0	17590.3	1.1%
Horas no cumplidas	435.0	649.7	49.4%
Ingresos no permitidos (Pérdidas)	S/ 95,704.4	S/ 142,942.8	49.4%
Ingresos	S/ 3,827,995.60	S/ 3,869,857.20	1.09%

Cumplimiento del mantenimiento preventivo después de aplicar el Programa de capacitación

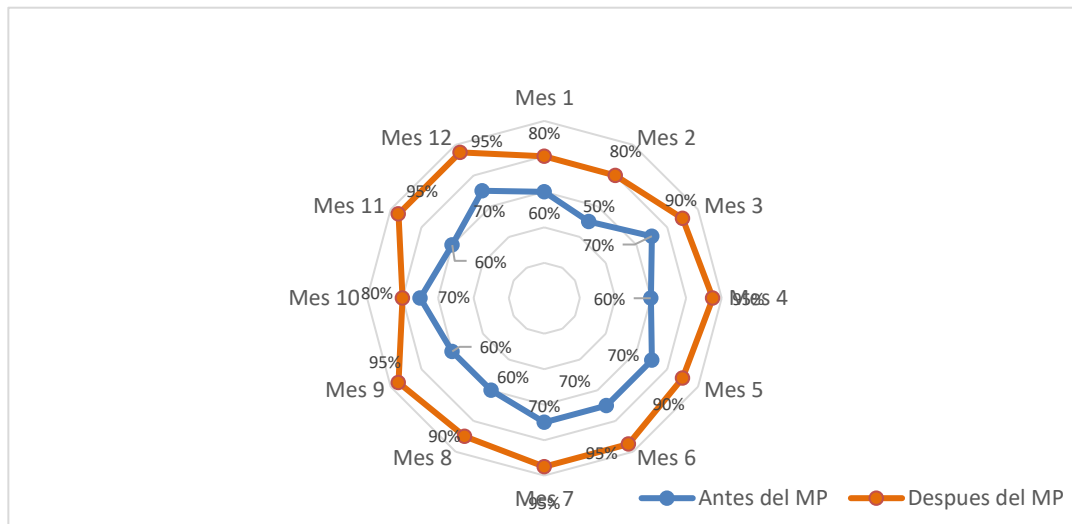
Los resultados del indicador de cumplimiento del programa de capacitación sobre mantenimiento preventivo, antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo, reflejan cómo la formación y la capacitación han mejorado la aplicación de las prácticas de mantenimiento preventivo dentro de la organización. Antes de la capacitación el cumplimiento variaba entre el 50% y el 70%, esta variación indicaba que, aunque había algún nivel de adhesión a las prácticas de mantenimiento preventivo, había margen significativo para la mejora. Esto podría sugerir falta de conocimiento o habilidades específicas en el personal, así como la necesidad de una mayor concienciación sobre la importancia del mantenimiento preventivo. Después de la Capacitación los porcentajes de cumplimiento aumentaron notablemente, situándose entre el 80% y el 95%; este aumento se debió a que la capacitación tuvo un impacto positivo significativo en el personal, mejorando su comprensión y capacidad para llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo de manera efectiva. Esto implica no solo una mejor aplicación de las prácticas de mantenimiento sino también un compromiso más fuerte con el mantenimiento preventivo como un elemento clave para la operación eficiente y eficaz de la organización.

El siguiente gráfico muestra la mejora mes a mes en el cumplimiento del programa de capacitación sobre mantenimiento preventivo después de su implementación. La línea azul representa el periodo antes de la capacitación, y la línea naranja muestra el

periodo después, lo cual se debe al cumplimiento después de la capacitación mediante las auditorías realizadas a los técnicos mecánicos sobre las tareas de mantenimiento preventivo destacando la efectividad de la formación realizada en el programa de

Figura 18

Cumplimiento del programa de capacitación mensual según auditoria capacitación:



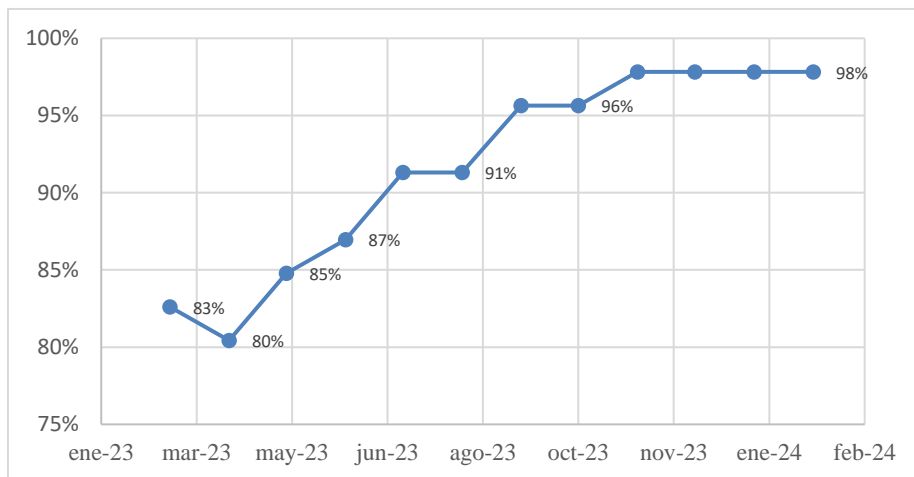
Mejora después de implementar el Programa de Mantenimiento Preventivo

Los resultados del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, antes de la implementación mostraron un cumplimiento entre el 40% y el 60% lo cual genero una mala gestión de mantenimiento preventivo, siendo este nivel relativamente bajo debido a una falta de recursos, priorización de tareas reactivas, o la ausencia de una planificación. Después de la implementación el nivel de cumplimiento se incrementó significativamente, manteniéndose entre el 80% y el 98%. Este aumento refleja una mejora notable en la capacidad de la organización para planificar, programar y ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo, lo cual implica un cambio hacia una gestión de mantenimiento más proactiva, con mejor utilización de recursos y una reducción en los tiempos de inactividad no planificados. Este gráfico ilustra cómo, mes a mes, el

porcentaje de cumplimiento de las tareas de mantenimiento programadas mejora significativamente después de la implementación del mantenimiento preventivo, comparado con los niveles de cumplimiento antes de la implementación, destacando un aumento notable y consistente en la capacidad de completar las tareas de mantenimiento

Figura 19

Cumplimiento de tareas de mantenimiento preventivo mensual después de la implementación a tiempo, lo que refleja una gestión más eficiente y efectiva del mantenimiento preventivo.



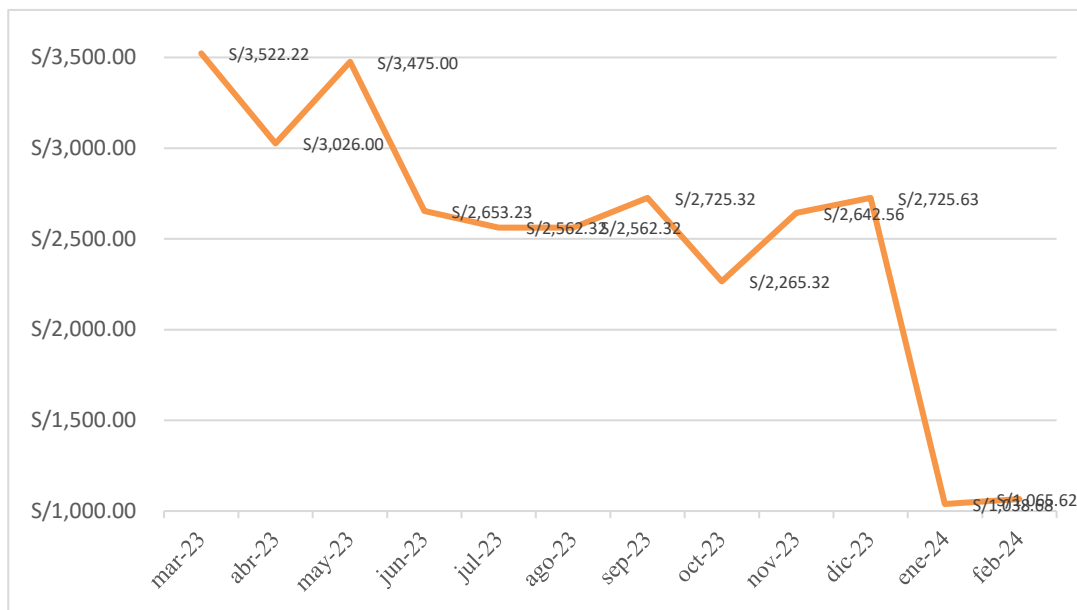
Mejora después de implementar el control de repuestos y herramientas

Según los registros de costos por repuestos y herramientas tiene un valor de S/30,264.22 entre marzo 2023 a febrero 2024 siendo menor comparado al periodo anterior, esta tendencia sugiere que el mantenimiento preventivo junto con una gestión más efectiva del inventario de repuestos permitió optimizar las compras, reduciendo la necesidad de adquirir repuestos de emergencia y mejorando la planificación de las necesidades de mantenimiento. Esta disminución de costos subraya el impacto positivo de la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo y un formato de control de

repuestos y herramientas en la operación de flotas. La gráfica muestra la evolución del costo mensual de repuestos y herramientas para camiones grúas desde marzo de 2023 hasta febrero de 2024. Se destaca una disminución notable en los costos tras la implementación del mantenimiento preventivo y el formato de control de repuestos y herramientas en septiembre de 2023.

Figura 20

Costos mensuales de repuestos y herramientas (Mar 2023-Feb 2024)

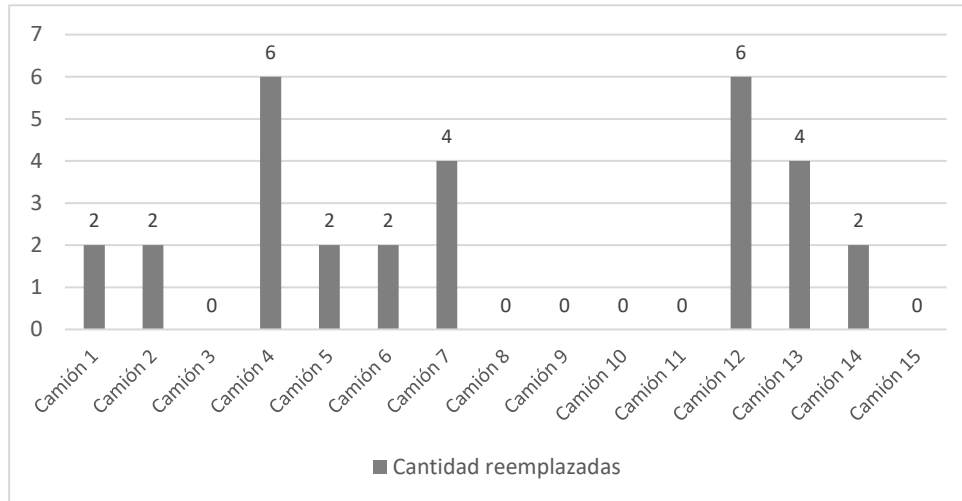


Mejora después de implementar el control de neumáticos

Según los registros de consumo de neumáticos, en el mes de marzo del 2023 se han realizado 30 reemplazos en toda la flota de camiones grúas, este indicador ayudo a visualizar el consumo de neumáticos durante todo el mes con un costo total por la adquisición de S/ 5,084.70 soles. En la siguiente gráfica se visualiza el comportamiento mensual de reemplazos de neumáticos y en el anexo el detalle:

Figura 21

Consumo mensual de reemplazos de neumáticos en camiones grúa (marzo 2023)

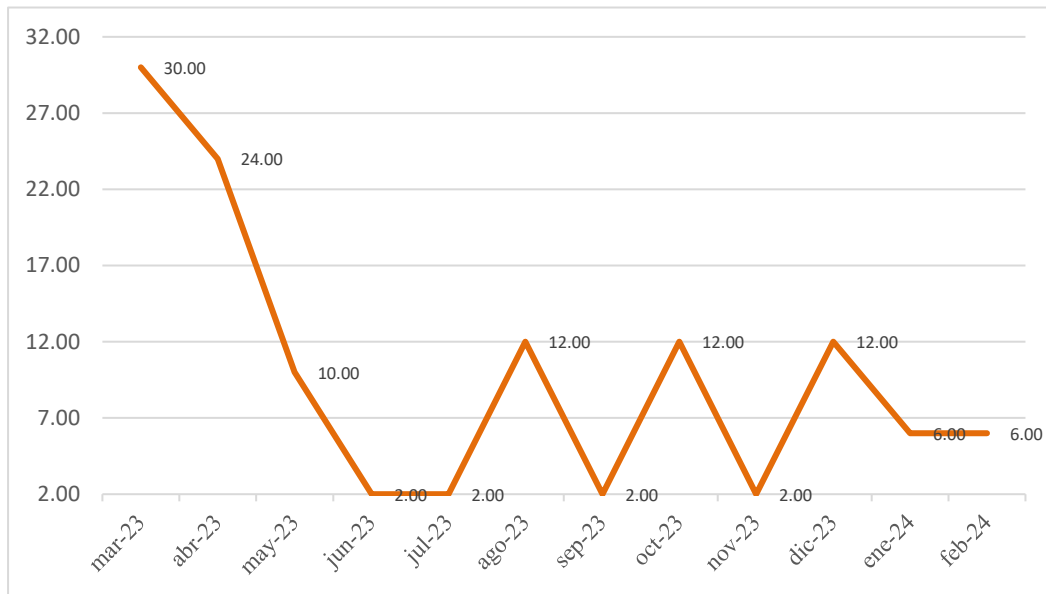


En cuanto al consumo mensual de neumáticos de 15 camiones grúas desde marzo 2023 hasta febrero 2024, donde se reemplazaron 120 neumáticos con un costo total de S/ 20,338.80. Asimismo, el comportamiento del consumo experimentó una notable evolución particularmente evidenciada en los últimos seis meses del período observado; esta evolución refleja las dinámicas de operación y mantenimiento que impactaron significativamente en la eficiencia y sostenibilidad de la flota. Durante la primera parte del año, el consumo de neumáticos mostró variaciones que podrían atribuirse a las fluctuaciones en el uso de los camiones grúas, incluyendo diferencias en las cargas transportadas, las rutas, y las condiciones del terreno. Estos factores, inherentes a las operaciones diarias de la flota, influyeron en el ritmo al que los neumáticos necesitaban ser reemplazados, lo que resultó en una demanda irregular de nuevos neumáticos, sin embargo, la situación comenzó a cambiar significativamente en la segunda mitad del período. A partir de septiembre de 2023, se observó una tendencia decreciente en la compra de neumáticos, lo que coincidió con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para los camiones grúas. Este

cambio estratégico en la gestión de mantenimiento tuvo un impacto profundo en la operatividad de la flota.

Figura 22

Consumo mensual de reemplazos de neumáticos en camiones grúa (Mar 2023-Feb 2024)



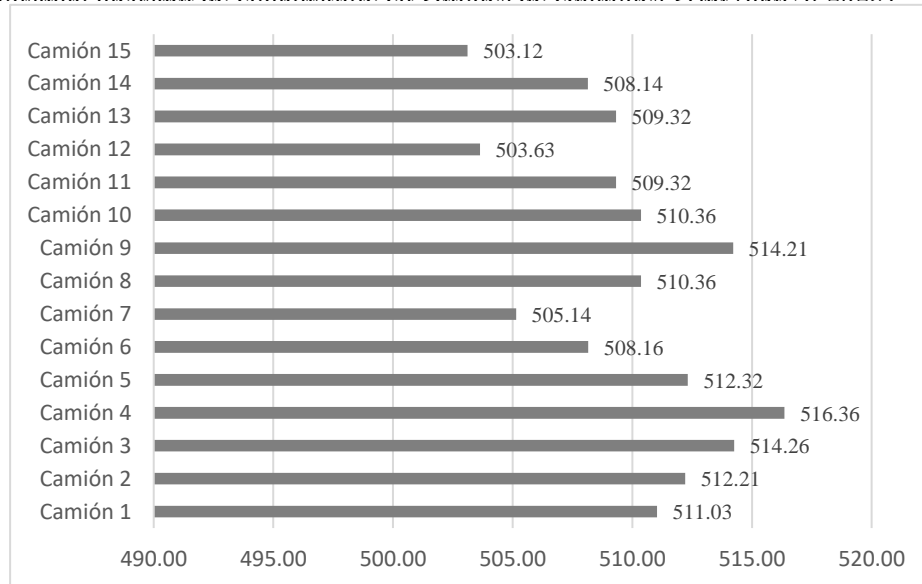
La mejora en la disponibilidad de los camiones grúas, derivada de las acciones de mantenimiento preventivo, no solo optimizó el uso de los vehículos, sino que también redujo la necesidad de reemplazos frecuentes de neumáticos. Esto se debió a que el mantenimiento preventivo permitió identificar y corregir a tiempo factores que aceleraban el desgaste de los neumáticos, como problemas de alineación y balanceo, así como a asegurar la presión adecuada de los neumáticos y el estado general de los mismos. Además, esta disminución en la demanda de neumáticos nuevos reflejó una gestión más eficiente y sostenible de la flota.

Mejora después de implementar el control del consumo de combustible

Por otro lado, en el siguiente gráfico se muestra el consumo mensual de combustible, medido en galones, para la flota de 15 camiones grúa durante el mes de marzo 2023. Como se puede observar, existe variabilidad en el consumo de combustible entre los camiones, lo cual puede reflejar diferencias en las rutas, cargas transportadas, y eficiencias individuales de los vehículos.

Figura 23

Consumo mensual de combustible en galones de camiones grúa (marzo 2023)

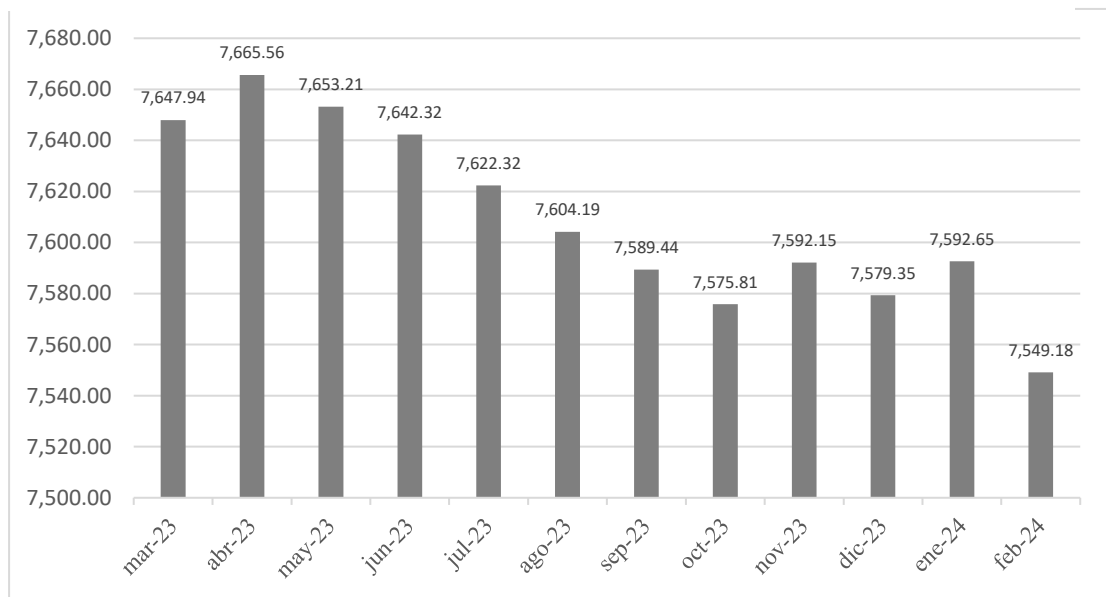


El consumo mensual de combustible de la flota de 15 camiones grúas desde marzo de 2023 hasta febrero de 2024 generó un consumo de 91,314.12 galones con un costo total de S/ 1,600,736.52 soles; lo cual existió cambios significativos, especialmente marcados en los últimos seis meses; estos cambios subrayan cómo las prácticas de mantenimiento preventivo influyen positivamente en la eficiencia operativa y el consumo de recursos. A partir del tercer trimestre de 2023, se registró una notable disminución en el consumo de combustible de la flota, esta tendencia fue el resultado directo de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo diseñado para optimizar la operatividad de los

camiones. A través de este programa, se realizaron revisiones regulares y correcciones anticipadas que no solo mejoraron la disponibilidad de los vehículos. Asimismo, la mejora implicó una disminución en los gastos operativos relacionados con el combustible, sino que también contribuyó a una operación más sostenible. La siguiente gráfica ilustra el consumo mensual de combustible entre marzo de 2023 hasta febrero de 2024.

Figura 24

Consumo mensual de combustible en galones de camiones grúa (Mar 2023-Feb 2024)



Impacto Económico

Beneficio por aumento de ingresos por servicios contratados

El beneficio obtenido como resultado de la implementación del mantenimiento preventivo es de S/ 41,861.60; esto se debe a que los ingresos aumentaron de S/3,827,995.60 a S/ 3,869,857.20. Esto significa que, gracias a las mejoras en el mantenimiento de los camiones grúa, la empresa ha podido cumplir más eficazmente con las horas contratadas, lo que a su vez ha permitido generar ingresos adicionales, lo que conduce a una mejora de la satisfacción del cliente y potencialmente abrir oportunidades para contratos adicionales. En

el Anexo 3 se muestra el detalle de los resultados obtenidos después de la implementación del mantenimiento preventivo. En la siguiente tabla se muestra el detalle de los resultados obtenidos después de la implementación del mantenimiento preventivo:

Tabla 9

Resultados después de la implementación del mantenimiento preventivo

Mes	Nro. de horas contratadas	Horas de operación	Horas no cumplidas	Costo de servicio por hora	Ingresos no permitidos (Pérdidas)	Ingresos
Mar-23	1465	1445.36	19.64	S/ 220.00	S/ 4,320.80	S/ 317,979.20
Abr-23	1488	1448.34	39.66	S/ 220.00	S/ 8,725.20	S/ 318,634.80
May-23	1470	1451.74	18.26	S/ 220.00	S/ 4,017.20	S/ 319,382.80
Jun-23	1470	1452.42	17.58	S/ 220.00	S/ 3,867.60	S/ 319,532.40
Jul-23	1470	1453.12	16.88	S/ 220.00	S/ 3,713.60	S/ 319,686.40
Ago-23	1535	1456.21	78.79	S/ 220.00	S/ 17,333.80	S/ 320,366.20
Set-23	1548	1458.25	89.75	S/ 220.00	S/ 19,745.00	S/ 320,815.00
Oct-23	1534	1461.51	72.49	S/ 220.00	S/ 15,947.80	S/ 321,532.20
Nov-23	1571	1467.32	103.68	S/ 220.00	S/ 22,809.60	S/ 322,810.40
Dic-23	1555	1484.45	70.55	S/ 220.00	S/ 15,521.00	S/ 326,579.00
Ene-24	1563	1493.32	69.68	S/ 220.00	S/ 15,329.60	S/ 328,530.40
Feb-24	1571	1518.22	52.78	S/ 220.00	S/ 11,611.60	S/ 334,008.40
Total	18240.0	17590.3	649.7		S/ 142,942.8	S/ 3,869,857.20

En la siguiente tabla se muestra la comparación de resultados obtenidos antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo en camiones grúas en la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana EIRL:

Tabla 10

Comparación de resultados antes y después de la implementación del MP

Descripción	Antes de la mejora	Después de la Mejora	Beneficio
Disponibilidad	79.5%	93.1%	13.5%
MTBF (Hrs por fallo)	8.8	24.7	15.91
MTTR (Hrs/reparación)	2.3	1.5	-0.75
Nro de horas contratadas	17835.0	18240.0	405.00
Horas de operación	17400.0	17590.3	190.28
Horas no cumplidas	435.0	649.7	214.72
Ingresos no permitidos (Pérdidas)	S/ 95,704.4	S/ 142,942.8	S/ 47,238.4
Ingresos	S/ 3,827,995.60	S/ 3,869,857.20	S/ 41,861.6

Ahorro por la reducción de costos de mantenimiento (reparaciones)

La reducción significativa de los costos de mantenimiento de reparaciones, de S/44,886.70 a S/ 13,236.00, resulta en un ahorro total de S/ 31,650.70 durante marzo 2023 a febrero 2024 con respecto al periodo anterior. El ahorro de S/ 31,650.70 en costos de reparación aumenta directamente la rentabilidad menos dinero gastado en reparaciones significa más recursos disponibles para otras áreas de la empresa o para reinvertir en la mejora continua del mantenimiento preventivo. Este ahorro representa una disminución directa en los gastos operativos relacionados con las reparaciones de los camiones grúa. La implementación del mantenimiento preventivo ha permitido identificar y solucionar problemas antes de que escalen a fallas más serias, lo que reduce la necesidad de reparaciones costosas y extensas. La reducción de las horas promedio al mes dedicadas a reparaciones, de 374.06 a 110.3, no solo refleja una disminución en la cantidad de tiempo que los camiones están fuera de servicio debido a reparaciones, sino que también indica una mejora en la eficiencia operativa y la disponibilidad de los vehículos para realizar sus funciones. Esta reducción en el tiempo de inactividad permite una mayor productividad y la posibilidad de generar ingresos adicionales, ya que los camiones están disponibles para operar durante más tiempo. En la siguiente tabla se visualiza el detalle del costo de reparación antes y después del mantenimiento preventivo:

Tabla 11

Comparación de resultados de costo de mantenimiento (Hrs)

Descripción	Antes	Después	Beneficio
Hrs promedio de reparaciones	374.06	110.3	263.76
Costo por reparaciones (Hrs)	S/ 44,886.70	S/ 13,236.00	S/. 31,650.70

Ahorro por la reducción de compra de repuestos

Este ahorro de S/ 6,257.07 en la compra de repuestos es una consecuencia directa de la adopción de prácticas de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo ayuda

a mantener los camiones grúa en condiciones óptimas mediante la identificación y solución de pequeños problemas antes de que se conviertan en fallas mayores, reduciendo así la necesidad de reemplazar piezas dañadas o desgastadas. La reducción en la compra de repuestos gracias al mantenimiento preventivo no solo significó un ahorro directo para la empresa, sino que también trae consigo beneficios operativos y estratégicos. Mejora la eficiencia y la disponibilidad de los camiones grúa, optimiza la gestión del inventario, y contribuye a una planificación financiera más efectiva. Finalmente, este enfoque proactivo en el mantenimiento no solo reduce costos, sino que también apoya la sostenibilidad y el crecimiento a largo plazo de la empresa. En la siguiente tabla se visualiza el detalle del costo de compra de repuestos antes y después del mantenimiento preventivo:

Tabla 12

Comparación de resultados de costo de compra de repuestos

Descripción	Antes	Después	Beneficio
Costo de repuestos	S/ 36,521.29	S/ 30,264.22	S/ 6,257.07

Costos de la implementación de mantenimiento preventivo

El costo total de la implementación del mantenimiento preventivo tuvo un valor de S/75,139.22 soles asumido por la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L en el periodo de ejecución en gastos de mejora del taller, la aplicación del programa de capacitación, gastos de la investigación, adquisición de repuestos y herramientas de trabajo. En la siguiente tabla se muestra el detalle de costos de la implementación del mantenimiento preventivo con un valor de S/36,067.00 soles:

Tabla 13

Costos de la implementación del mantenimiento preventivo

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo	Subtotal
1	Sistema de aire	1	S/ 350.00	S/ 350.00

2	Sistema de agua caliente	1	S/	436.00	S/	436.00
3	Estantes para el taller	2	S/	750.00	S/	1,500.00
4	PC para el taller	1	S/	2,599.00	S/	2,599.00
5	Uniformes	3	S/	120.00	S/	360.00
6	Impresora	1	S/	430.00	S/	430.00
7	Sillas	5	S/	70.00	S/	350.00
8	Honorarios del Instructor (por toda la implementación) 10 meses	1	S/	20,000.00	S/	20,000.00
9	Material Didáctico y Manuales	1	S/	200.00	S/	200.00
10	Certificación	3	S/	300.00	S/	900.00
11	Pasajes a la empresa	1	S/	300.00	S/	300.00
12	Otros gastos operativos de la investigación	1	S/	1,225.00	S/	1,225.00
13	Infraestructura del taller	1	S/	3,517.00	S/	3,517.00
				Total		S/ 32,167.00

El costo de repuestos para ejecutar un plan de mantenimiento preventivo óptimo fue de S/ 30,264.22 lo cual no solo ayuda a reducir costos operativos a largo plazo y mejora la eficiencia, sino que también asegura la seguridad en las operaciones y prolonga la vida útil de los camiones. Esto se debe a la disminución de averías inesperadas, que son más costosas de reparar. En la siguiente tabla se visualiza el detalle de los repuestos adquiridos a lo largo de la implementación del mantenimiento preventivo para toda la flota de camiones grúas entre marzo 2023 a febrero 2024:

Tabla 14

Repuestos adquiridos en la implementación del mantenimiento preventivo

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo	Subtotal
1	Aceite caja de cambios 80w90	1	S/ 56.98	S/ 56.98
2	Aceite de eje delantero 85w-140	1	S/ 2.50	S/ 2.50
3	Aceite de eje trasero 85w-140	4	S/ 6.00	S/ 24.00
4	Aceite de motor	3	S/ 165.00	S/ 495.00
5	Aceite Dirección Hidráulica ATF	4	S/ 45.00	S/ 180.00
6	Filtro de aceite de Motor	6	S/ 120.00	S/ 720.00
7	Filtro de combustible	7	S/ 120.00	S/ 840.00
8	Filtro de combustible separador	8	S/ 22.00	S/ 176.00
9	Filtro de aire primario	3	S/ 56.98	S/ 170.94
10	Filtro de aire secundario	10	S/ 2.50	S/ 25.00

11	Filtro de aire de cabina	10	S/	6.00	S/	60.00
12	Filtro separador de agua	10	S/	45.00	S/	450.00
13	Filtro secador de aire	15	S/	120.00	S/	1,800.00
14	Filtro de dirección	15	S/	120.00	S/	1,800.00
15	Refrigerante	2	S/	300.00	S/	600.00
16	Lámparas de señalización	3	S/	105.00	S/	315.00
17	Correas de transmisión	2	S/	85.00	S/	170.00
18	Bujías de precalentamiento (para diésel)	6	S/	320.00	S/	1,920.00
19	Líquido de embrague DOT4	1	S/	120.00	S/	120.00
20	Neumáticos	120	S/	169.49	S/	20,338.80
				Total	S/	30,264.22

Con respecto a las herramientas de trabajo adquiridas durante la implementación del mantenimiento preventivo se realizó una inversión de S/ 12,708.00 siendo una decisión estratégica acertada, lo cual permitió contribuir a mejorar la operación y mantenimiento de los camiones grúa, generando beneficios en términos de reducción de costos, mejora en la seguridad, eficiencia operativa, y preservación del valor de los activos, reduciendo significativamente las reparaciones o reemplazos de componentes críticos. En la siguiente tabla se muestra el detalle de las herramientas de trabajo adquiridas a lo largo de la implementación del mantenimiento preventivo para toda la flota de camiones grúas entre marzo 2023 a febrero 2024:

Tabla 15

Herramientas de trabajo adquiridos durante la implementación del mantenimiento preventivo

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo	Subtotal
1	Berbiquí	1	S/ 46.00	S/ 46.00
2	Caballetes trípodas 6 Toneladas	2	S/ 110.00	S/ 220.00
3	Camillas	4	S/ 176.00	S/ 704.00
4	Compresometro	3	S/ 205.00	S/ 615.00
5	Compresor de aire 2 HP	2	S/ 945.00	S/ 1,890.00
6	Gato hidráulico	1	S/ 625.00	S/ 625.00
7	Equipo de diagnóstico electrónico	1	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00
8	Bomba de engrase manual	2	S/ 150.00	S/ 300.00
9	Manómetro para neumáticos	2	S/ 250.00	S/ 500.00
10	Cargador de baterías	1	S/ 550.00	S/ 550.00

11	Guantes de trabajo	3	S/	150.00	S/	450.00
12	Engrasadora Neumática	2	S/	682.00	S/	1,364.00
13	Juego de alicates	1	S/	78.00	S/	78.00
14	Juego de dados y ratchet (maleta completa)	2	S/	799.00	S/	1,598.00
15	Juego de destornilladores	2	S/	70.00	S/	140.00
16	Juego de llaves de 22 piezas	2	S/	175.00	S/	350.00
17	Llave francesa 8"	3	S/	13.00	S/	39.00
18	Martillo de goma	3	S/	13.00	S/	39.00
				Total	S/	12,708.00

Análisis económico

Después de realizarse el análisis económico financiero se obtuvo un VAN de S/.95,866.37, un TIR de 60.3%, periodo de recuperación de 0.94 años y un beneficio costo de 1.06, donde todo apunta a que el proyecto no solo recuperará la inversión inicial rápidamente, sino que también generará flujos de caja significativos por encima del costo de capital. Esto justifica la inversión desde una perspectiva económica-financiera y subraya la importancia de implementar prácticas de mantenimiento preventivo en flotas de camiones grúa.

En efecto el VAN obtenido de S/.95,866.37, indica que la mejora después de recuperar la inversión inicial y considerar el costo de capital, la implementación espera generar un beneficio neto de S/.95,866.37. Esto señala una muy buena rentabilidad y justifica la inversión en el mantenimiento preventivo desde la perspectiva financiera. En cuanto al TIR es de 60.3% siendo alta, lo cual indica que la implementación de mantenimiento preventivo ofrece un retorno sobre la inversión mucho mayor que el costo de capital. Asimismo, el periodo de recuperación es de 0.94 años (aproximadamente 11 meses) siendo extremadamente rápido, lo que indica que la empresa recuperará su inversión en menos de un año. Este es un periodo de recuperación muy favorable. Finalmente, el beneficio-costos indica que, por cada sol invertido en el proyecto, se espera obtener un retorno de S/ 1.06.

demonstrando mediante este indicador que los beneficios superan los costos. En la siguiente tabla se muestra el flujo de cajas de la implementación:

Tabla 16

Flujo de cajas

Conceptos / Años	0	1	2	3	
A. INGRESOS (Beneficio de la implementación del Mantenimiento Preventivo)	S/.	-	S/ 79,769.37	S/ 81,364.76	S/ 82,992.05
Beneficio por aumento de ingresos por servicios contratados		S/ 41,861.60	S/ 42,698.83	S/ 43,552.81	
Ahorro por la reducción de costos de mantenimiento (reparaciones)		S/ 31,650.70	S/ 32,283.71	S/ 32,929.39	
Ahorro por la reducción de compra de repuestos		S/ 6,257.07	S/ 6,382.21	S/ 6,509.86	
B. EGRESOS (Costos de la implementación del Mantenimiento Preventivo)	S/.	75,139.22	S/ -	S/ -	S/ -
Costos de la mejora del taller y capacitación	S/.	32,167.00			
Costos de la compra de repuestos	S/.	30,264.22			
Costos de compra de herramientas de trabajo	S/.	12,708.00		S/.	-
C. Flujo de caja económico	S/.	-75,139.22	S/ 79,769.37	S/ 81,364.76	S/ 82,992.05

Estos indicadores financieros señalan que la implementación del mantenimiento preventivo para camiones grúa es una inversión muy rentable y eficiente. La mejora no solo promete retornos financieros sustanciales en un corto periodo de tiempo, sino que también demuestra una gestión eficaz del capital invertido, con un riesgo relativamente bajo dado el corto periodo de recuperación de la inversión.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se realizó el diagnóstico donde se identificó que la empresa no contaba con un programa de mantenimiento preventivo para los camiones grúas, lo cual generaba una serie de problemas como presencia de averías y fallas en las diferentes unidades debido que la disponibilidad era de 79.50% en toda la flota, provocando el incumplimiento de las horas contratadas de 19220 a 17835 generando un impacto negativo en los ingresos.

La implementación del mantenimiento preventivo se desarrolló en un periodo de 3 meses entre noviembre 2022 a enero 2023 mediante un programa de capacitación a los técnicos mecánicos, el cumplimiento del programa de mantenimiento a través de la planificación de operaciones diarias, un checklist de mantenimiento preventivo inicial y auditoria de diagnóstico final. También se ha implementado control de repuestos y herramienta de neumáticos y combustible lo cual ha traído un impacto positivo en el logro de objetivos directamente en el aumento de disponibilidad de los camiones grúas.

La disponibilidad de los camiones grúa ha aumentado significativamente de 79.5% a 93.1%; esto provocó una mayor disponibilidad para cumplir con las demandas operativas y mejorar la respuesta ante las necesidades de los servicios. El incremento del MTBF de 8.8 a 24.7 indicó que el tiempo medio entre fallas se ha triplicado; esto significó que los camiones grúa están funcionando más tiempo sin experimentar averías. La reducción del MTTR de 2.3 a 1.5 ha permitido demostrar que las fallas de los camiones grúas han disminuido, lo cual garantiza que los procedimientos de mantenimiento y reparación se han vuelto más eficientes, ya sea por mejoras en la capacitación del personal, la disponibilidad de repuestos, o la implementación de control de repuestos, neumáticos y combustible.

El beneficio de la implementación del Mantenimiento Preventivo fue de S/ 79,769.37 debido al aumento de ingresos por servicios contratados, a la reducción de costos de

mantenimiento y a la reducción de compra de repuestos lo cual ha permitido obtener un VAN de S/.95,866.37, un TIR de 60.3%, periodo de recuperación de 0.94 años y un beneficio costo de 1.06 determinándose así la rentabilidad y viabilidad obtenida de la implementación.

Recomendaciones

A los técnicos de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana EIRL se recomienda seguir con el programa de mantenimiento preventivo de camiones grúas según lo establecido de esta manera se mantendría equilibrado el estándar de la disponibilidad, por ello, los ingresos percibidos por las horas contratadas no tendrán variación ni impacto en la rentabilidad.

Asimismo, a la supervisión del área de mantenimiento se recomienda las capacitaciones cada 3 a 6 meses sobre todo si hay rotación de técnicos mecánicos con la finalidad de mantener la disponibilidad de flota, y no afectar el servicio que se da a los clientes. Además de prolongar la vida útil de las unidades y la prevención de fallas y averías. De igual manera se recomienda evitar la rotación de choferes, debido a que influye la responsabilidad en cada unidad en la presencia de fallas que podría afectar a otro.

Se recomienda al área de logística, que realice una gestión oportuna en la compra de repuestos, debido a que los camiones pueden presentar fallas en cualquier momento donde al disponer los repuestos con stock, se ejecutará el mantenimiento correctivo y preventivo oportuno para así evitar las averías en las unidades lo cual se podrá prevenir las paradas prolongadas sin afectar el servicio brindado.

REFERENCIAS

- Aldave, G. (2021). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas portuarias móviles de la empresa TECPORT Perú SAC. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4888>
- Alvarez, K., & Mejia, M. (2022). Optimización del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en camiones HD785-7,2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97357>
- Arroyo Vaca, C., & Obando Quito, R. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Blanchard, B., Blyler, J., & Leackfeldt, E. (2016). *Systems Engineering and Analysis*. (5th ed.). Pearson.
- Castillo, T. (2023). Mantenimiento preventivo para potenciar el nivel de satisfacción al cliente en el sector automotriz de Piura, Perú. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-6554-8980>
- Cha, J., & Finkelstein, M. (2023). Preventive maintenance for the constrained multi-attempt minimal repair. <https://doi.org/10.1016/j.res.2023.109899>
- Dai, A., Wei, G., Zhang, Z., & Él, S. (2020). Design of a flexible preventive maintenance strategy for two-dimensional warranted products. <https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&zone=relatedDocuments&eid=2-s2.0-85071590527&noHighlight=false>
- Dhillon, B. (2017). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. CRC Press.
- Dounce, E. (2007). *LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. <https://doi.org/ISBN:978-968-26-1089-9>
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon, J. (2000). *Sistemas de mantenimiento, planeación y control*. <https://doi.org/ISBN:968-18-5918-9>
- García. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. <https://doi.org/ISBN:9789587623161>
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. <https://doi.org/ISBN:84-7978-548-9>
- Gómez Vega, J. (2021). Plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa transportes sotrance s.a.s. <https://hdl.handle.net/10614/13306>
- Henriques, A., Ramos, A. L., Ávila, L., & Matias, J. (2024). Development and Implementation of Autonomous and Preventive Maintenance in the Rubber Area of a Cork Industry. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38165-2_4
- Hernández, H. (2023). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad en la flota de equipos trackless de una empresa minera subterránea. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC_f8f83cde071e5468e4d075ec9b23ccef
- Johnson, H., & Lee, A. (2019). *Preventive Maintenance Strategies for Logistics and Transportation Companies*.
- Johnson, L. (2016). Inventory Management in Transport Services: A Critical Review of Logistics and Supply Chain Practices. *International Journal of Logistics and Supply Chain Management*.
- Koichi, S. (2019). *Mantenimiento Preventivo Total*.
- Liu, Y., Tang, Y., Wang, P., Wang, P., & Wen, M. (2024). Reliability-Centered Preventive Maintenance Optimization for a Single-Component Mechanical Equipment. *Symmetry*. <https://doi.org/10.3390/sym16010016>
- LLontop, F. (2020). Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de motores diésel en los camiones 730e, Bayovar-Piura, 2018. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23826>
- López, Trinchet, Péres, & Vargas. (2021). Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. <https://www.redalyc.org/journal/2251/225169340001/html/>
- Markudova, D., Mishra, S., Cagliero, L., Vassio, L., Mellia, M., Baralis, E., . . . Loti, R. (2021). Mantenimiento preventivo para vehículos industriales heterogéneos con datos de uso incompletos. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103468>


- Medrano, J., Gonzáles, V., & Díaz, V. (2017). *Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales*. [https://doi.org/ ISBN: 978-607-744-709-2](https://doi.org/ISBN:978-607-744-709-2)
- Milano, T. (2005). *Planificación y Gestión del Mantenimiento Industrial*. [https://doi.org/ISBN: 978-980-12-1215-7](https://doi.org/ISBN:978-980-12-1215-7)
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. [https://doi.org/ISBN: 978-958-682-769-0](https://doi.org/ISBN:978-958-682-769-0)
- Moreano, F. R., & Pérez, E. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1469>
- Pérez, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. [https://doi.org/ISBN: 978-958-8477-92-3](https://doi.org/ISBN:978-958-8477-92-3)
- Rayme, M., & Diaz, J. (2021). Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. <https://doi.org/https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1.8>
- Rubio Pacheco, G. A. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehiculos administrativos del municipio de Motavita*. <http://hdl.handle.net/11634/19188>
- Sadeghian, O., Mohammadpour, A., Mohammadi, B., & Ghassemzadeh, S. (2023). Fuel cell preventive maintenance in an electricity market with Hydrogen storage and Scenario-Based risk management. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103587>
- Smith, A., & Jones, B. (2020). Effective Maintenance Training Programs for Transportation Companies. *Journal of Transport Management*.
- Smith, J., & Lee, K. (2018). Human Factors in Preventive Maintenance: Training and Engagement. . *Journal of Maintenance Management*. [https://doi.org/12\(4\), 223-237](https://doi.org/12(4),223-237).
- Smith, R. (2015). Operational Challenges in the Road Freight Industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*.
- Tavares, L. (1999). *Administración Moderna de Mantenimiento*.
- Williams, J., & Taylor, S. (2018). *Fundamentals of Preventive Maintenance*. Chicago: Industrial Press.
- Wilson, G. (2014). Preventive Maintenance Strategies for Enhanced Operational Efficiency in Transportation. *Journal of Transportation Systems*. [https://doi.org/ 28\(3\), 223-237](https://doi.org/28(3),223-237).
- Yu, Y., & Zhang, C. (2024). Experimental test of a building thermal system for preventive maintenance based on thermoeconomic analysis . <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85182292047&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=db3e0644a6242093f720a0f75a4bd914&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Preventive+Maintenance%29&sl=37&sessionSearchId=db3e0644a6242093f720a0f75a4bd914&relpos>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Camiones grúas en las operaciones




ANEXO N° 2. Plan de mantenimiento Preventivo Aprobado


Código	Versión	Fecha de Aprobación
MCG005	001	11/12/2023
 <p>PROGRAMA DE CAPACITACION EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMIONES GRUAS</p>		

[Handwritten signature]
Domingo Peña S.

SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
NICOLE DAYANA E.I.R.L.
[Handwritten signature]
WILSON HEC TORRES CUBERO SUAREZ


 <p>NICOLE DAYANA GRUA Y TRANSPORTES</p>	<p>PROGRAMA DE CAPACITACION A PERSONAL EN MANTENIMIENTO</p>	<p>Código: MCG005 Versión: 001 Página: 2/5</p>
<p>1. Presentación</p> <p>Este programa de capacitación está diseñado para ser altamente interactivo y práctico, asegurando que los participantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas esenciales para su desempeño profesional. La combinación de teoría, práctica y evaluación continua garantiza una formación integral en el mantenimiento, diagnóstico y conducción eficiente de camiones grúa.</p> <p>2. Objetivos Generales del Programa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los participantes en el mantenimiento preventivo de camiones grúa para prolongar la vida útil del equipo y reducir los costos de reparaciones. • Proporcionar conocimientos y habilidades necesarias para realizar mantenimiento preventivo en camiones grúa, asegurando su operatividad y seguridad. • Desarrollar habilidades para el diagnóstico eficaz de fallas, permitiendo intervenciones rápidas y precisas. • Capacitar a los participantes en la gestión eficiente de los recursos necesarios para el mantenimiento y operación de camiones grúa. • Instruir en prácticas de conducción eficiente para optimizar el consumo de combustible, reducir la emisión de gases contaminantes y mejorar la seguridad vial. <p>3. Módulos de Capacitación</p> <p>3.1. Módulo 1: Mantenimiento Preventivo</p> <p>Duración: 02 horas</p> <p>Contenidos:</p> <p>Sesión Teórica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al mantenimiento preventivo: conceptos básicos y la importancia de prevenir antes de reparar. • Identificación y revisión de los principales componentes de un camión grúa que requieren mantenimiento regular (motor, sistema hidráulico, frenos, etc.). • Planificación y programación de mantenimiento preventivo: cómo establecer un calendario efectivo. <p>Sesión Práctica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual y comprobaciones básicas de un camión grúa. • Procedimientos de mantenimiento preventivo estándar, incluido el cambio de aceite, revisión de frenos, y chequeo de sistemas hidráulicos. • Registro y documentación de las actividades de mantenimiento. 		


 Jhonatan Freddy Peña S.
 SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
 NICOLE DAYANA E.I.R.L.
 WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ

	<p align="center">FORMATO DE REGISTRO DE CAPACITACIÓN A TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES GRÚA</p>	<p>Código: MCG005 Versión: 001 Página: 3/5</p>
<p>3.1. Módulo 2: Diagnóstico de Fallas Duración: 02 horas Contenidos: Sesión Teórica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de diagnóstico de fallas: herramientas y técnicas. • Análisis de los síntomas comunes de fallas en los sistemas mecánico, eléctrico e hidráulico. • Uso de manuales de servicio y esquemas eléctricos/hidráulicos para el diagnóstico. <p>Sesión Práctica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de fallas en un camión grúa real, aplicando las técnicas aprendidas. • Uso de herramientas de diagnóstico (multímetro, lector de códigos de error, etc.). • Estrategias para solucionar problemas comunes detectados durante el diagnóstico. <p>3.2. Módulo 3: Gestión de herramientas, repuestos, neumáticos y combustible. Duración: 02 horas Contenidos: Sesión Teórica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principios de gestión de inventario: herramientas, repuestos, neumáticos y combustible. • Estrategias para la optimización de la compra y almacenamiento de repuestos y herramientas. • Importancia de la gestión de neumáticos y combustible para la eficiencia operativa. <p>Sesión Práctica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de un sistema de control de inventario para herramientas y repuestos. • Procedimientos para el seguimiento y control del uso de neumáticos y combustible. • Técnicas para la evaluación de proveedores y la compra eficiente de insumos. <p>3.3. Módulo 4: Prácticas de Conducción Eficiente Duración: 02 horas Contenidos: Sesión Teórica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de la conducción eficiente: cómo afectan la velocidad, la aceleración y el frenado al consumo de combustible. • Técnicas de conducción segura y eficiente específicas para camiones grúa. • Planificación de rutas y gestión del tiempo para optimizar los viajes. 		

Jhonatan Freddy

SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
NICOLE DAYANA E.I.R.L.
Wilson Hector Escudero Suarez
WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ


 <p>NICOLE DAYANA GRUA Y TRANSPORTES</p>	<p>FORMATO DE REGISTRO DE CAPACITACIÓN A TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES GRÚA</p>	<p>Código: MCG005</p>
		<p>Versión: 001</p>
		<p>Página: 4/5</p>
<p>Sesión Práctica (1 hora)</p> <ul style="list-style-type: none"> Ejercicios prácticos de conducción, enfocados en la aplicación de técnicas de conducción eficiente. Simulación de rutas y escenarios para mejorar la planificación y gestión del tiempo. Evaluación de conductores y retroalimentación personalizada para mejorar la eficiencia y seguridad. <p>4. Beneficios</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción significativa en los costos de mantenimiento y reparación, gracias al enfoque preventivo. Disminución del tiempo de inactividad de los camiones <p>5. Evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluaciones Teóricas: Pruebas escritas al final de cada módulo para evaluar la comprensión de conceptos. Evaluaciones Prácticas: Pruebas de habilidades prácticas para evaluar la aplicación de técnicas aprendidas en mantenimiento, diagnóstico de fallas y conducción eficiente. Proyecto Final: Los participantes deberán realizar un diagnóstico y mantenimiento preventivo de un camión grúa, seguido de una demostración de conducción eficiente. <p>6. Recursos Necesarios</p> <ul style="list-style-type: none"> Aulas equipadas con tecnología multimedia. Talleres mecánicos con las herramientas y equipos necesarios para el mantenimiento y diagnóstico. Camiones grúa para prácticas de mantenimiento y conducción. Formato de registro de asistencia <p>7. Datos del programa de capacitación</p> <ul style="list-style-type: none"> Duración 8 Horas (teóricas y prácticas) Instructor: Jhonatan Freddy Peña Sucasaca Lugar: Área de mantenimiento de la empresa Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L. Fecha: Del 08/11/2022 al 18/11/2022 		

Jhonatan Freddy Peña S.

SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
NICOLE DAYANA E.I.R.L.
Wilson Hector Escudero Suarez
WILSON HECTOR ESCUDERO SUAREZ

	FORMATO DE REGISTRO DE CAPACITACIÓN A TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES GRÚA	Código: MCG005
		Versión: 001
		Página: 4/5

Anexos

	REGISTRO DE CAPACITACIÓN A TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES GRÚA			Código	MCG005
				Revisión	01
				Área	Mantenimiento
				Páginas	3/10
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha de la Capacitación	Duración de la Capacitación:	Nombre del Programa de Capacitación	Objetivo del Programa		
INFORMACIÓN DE LA CAPACITACION					
Modulos de la capacitación	Evaluaciones realizadas	Instructor	Materiales y recursos		
Item	Participante	Puesto	Observaciones	Firma	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Firma del Instructor			Aprobado por:		


 Jhonatan Peña S.


 WILSON-HECTOR ESCUDERO SUAREZ

SERVICIO DE GRUA Y TRANSPORTES
 NICOLE DAYANA E.I.R.L.

Anexc 3. Registro de mantenimiento antes de la implementación

Registros del indicador Disponibilidad (antes de la mejora)							
Empresa	Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L.						
Fecha	Noviembre 2021 a Octubre 2022						
Responsa	Peña Sucasaca Jhonatan Freddy						
Mes	Horas de Operación de camiones	Nro total de fallas	Tiempo Total de Reparación (Hrs)	Nro total de reparaciones	MTBF (Hrs por fallo)	MTTR (Hrs/reparación)	Disponibilidad
Nov-21	1440.28	159	452.35	159	9.1	2.8	76.1%
Dic-21	1450.22	163	364.64	163	8.9	2.2	79.9%
Ene-22	1475.35	148	366.51	148	10.0	2.5	80.1%
Feb-22	1445.32	167	335.36	167	8.7	2.0	81.2%
Mar-22	1436.14	159	372.10	159	9.0	2.3	79.4%
Abr-22	1460.47	179	363.24	179	8.2	2.0	80.1%
May-22	1446.32	165	384.69	165	8.8	2.3	79.0%
Jun-22	1421.36	162	378.14	162	8.8	2.3	79.0%
Jul-22	1472.32	176	365.36	176	8.4	2.1	80.1%
Ago-22	1461.32	157	371.22	157	9.3	2.4	79.7%
Set-22	1441.74	179	369.74	179	8.1	2.1	79.6%
Oct-22	1449.14	171	365.32	171	8.5	2.1	79.9%
Promedio	1450.00	165	374.06	165	8.8	2.3	79.5%
Registros del indicadores de operaciones (Antes de la mejora)							
Empresa	Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L.						
Fecha	Noviembre 2021 a Octubre 2022						
Responsable	Peña Sucasaca Jhonatan Freddy						
Mes	Nro de horas contratadas	Horas de operación	Horas no cumplidas	Costo de servicio por hora	Ingresos no permitidos (Pérdidas)	Ingresos	
Nov-21	1490	1440.28	49.72	S/ 220.00	S/ 10,938.40	S/	316,861.60
Dic-21	1490	1450.22	39.78	S/ 220.00	S/ 8,751.60	S/	319,048.40
Ene-22	1497	1475.35	21.65	S/ 220.00	S/ 4,763.00	S/	324,577.00
Feb-22	1472	1445.32	26.68	S/ 220.00	S/ 5,869.60	S/	317,970.40
Mar-22	1470	1436.14	33.86	S/ 220.00	S/ 7,449.20	S/	315,950.80
Abr-22	1511	1460.47	50.53	S/ 220.00	S/ 11,116.60	S/	321,303.40
May-22	1470	1446.32	23.68	S/ 220.00	S/ 5,209.60	S/	318,190.40
Jun-22	1450	1421.36	28.64	S/ 220.00	S/ 6,300.80	S/	312,699.20
Jul-22	1510	1472.32	37.68	S/ 220.00	S/ 8,289.60	S/	323,910.40
Ago-22	1485	1461.32	23.68	S/ 220.00	S/ 5,209.60	S/	321,490.40
Set-22	1480	1441.74	38.26	S/ 220.00	S/ 8,417.20	S/	317,182.80
Oct-22	1510	1449.14	60.86	S/ 220.00	S/ 13,389.20	S/	318,810.80
Total	17835.0	17400.0	435.0		S/ 95,704.4	S/	3,827,995.60

Anexc 4 Registro de mantenimiento después de la implementación

Registros del indicador Disponibilidad (Antes de la mejora)							
Empresa	Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L.						
Fecha	Marzo 2023 a Febrero 2024						
Responsable	Peña Sucasaca Jhonatan Freddy						
Mes	Horas de Operación de camiones	Nro total de fallas	Tiempo Total de Reparación (Hrs)	Nro total de reparaciones	MIBF (Hrs por fallo)	MTTR (Hrs/reparación)	Disponibilidad
Mar-23	1445.36	126	184.35	126	11.5	1.5	88.7%
Abr-23	1448.34	118	180.15	118	12.3	1.5	88.9%
May-23	1451.74	112	165.32	112	13.0	1.5	89.8%
Jun-23	1452.42	106	136.53	106	13.7	1.3	91.4%
Jul-23	1453.12	92	127.62	92	15.8	1.4	91.9%
Ago-23	1456.21	86	109.23	86	16.9	1.3	93.0%
Set-23	1458.25	64	87.58	64	22.8	1.4	94.3%
Oct-23	1461.51	53	68.86	53	27.6	1.3	95.5%
Nov-23	1467.32	42	72.35	42	34.9	1.7	95.3%
Dic-23	1484.45	38	63.62	38	39.1	1.7	95.9%
Ene-24	1493.32	36	65.67	36	41.5	1.8	95.8%
Feb-24	1518.22	32	62.32	32	47.4	1.9	96.1%
Promedio	1465.9	75	110.3	75	24.7	1.5	93.1%
Registros del indicadores de operaciones (Después de la mejora)							
Empresa	Servicio de Grúa y Transportes Nicole Dayana E.I.R.L.						
Fecha	Marzo 2023 a Febrero 2024						
Responsable	Peña Sucasaca Jhonatan Freddy						
Mes	Nro de horas contratadas	Horas de operación	Horas no cumplidas	Costo de servicio por hora	Ingresos no permitidos (Pérdidas)	Ingresos	
Mar-23	1465	1445.36	19.64	S/ 220.00	S/ 4,320.80	S/	317,979.20
Abr-23	1488	1448.34	39.66	S/ 220.00	S/ 8,725.20	S/	318,634.80
May-23	1470	1451.74	18.26	S/ 220.00	S/ 4,017.20	S/	319,382.80
Jun-23	1470	1452.42	17.58	S/ 220.00	S/ 3,867.60	S/	319,532.40
Jul-23	1470	1453.12	16.88	S/ 220.00	S/ 3,713.60	S/	319,686.40
Ago-23	1535	1456.21	78.79	S/ 220.00	S/ 17,333.80	S/	320,366.20
Set-23	1548	1458.25	89.75	S/ 220.00	S/ 19,745.00	S/	320,815.00
Oct-23	1534	1461.51	72.49	S/ 220.00	S/ 15,947.80	S/	321,532.20
Nov-23	1571	1467.32	103.68	S/ 220.00	S/ 22,809.60	S/	322,810.40
Dic-23	1555	1484.45	70.55	S/ 220.00	S/ 15,521.00	S/	326,579.00
Ene-24	1563	1493.32	69.68	S/ 220.00	S/ 15,329.60	S/	328,530.40
Feb-24	1571	1518.22	52.78	S/ 220.00	S/ 11,611.60	S/	334,008.40
Total	18240.0	17590.3	649.7		S/ 142,942.8	S/	3,869,857.20