

Diseño plan de mantenimiento preventivo para elevadores de tijera SLP - 9K.

Wilson Yesid Suarez Méndez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

Ing. Carlos Arturo Gómez Serrano

Magister en gerencia de negocios – Ingeniero Mecánico

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Gracias Dios, por bendecirme con las oportunidades, las personas y los recursos necesarios para llevar a cabo este trabajo lleno de aprendizajes y desafíos.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas los que hicieron posible la realización de este trabajo de grado; quienes, con su apoyo constante, ánimo y paciencia me acompañaron en este proceso. Cada palabra de aliento y cada gesto de comprensión dejaron una huella invaluable en este camino.

Concesionario Campesa S.A.S, Ing. Carlos Arturo Gómez Serrano y equipo de trabajo.

Compañeros y profesores de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Mi Esposa y Padres.

Tabla de Contenido

Introducción	15
1. Objetivos	20
1.1 Objetivo General	20
1.2 Objetivos Específicos.....	20
2. Marco Teórico y Conceptual	21
2.1 Características del mantenimiento preventivo	22
2.2 Actividades del mantenimiento preventivo	23
2.3 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	24
2.4 Análisis de Criticidad.....	25
2.5 Disponibilidad de equipos.....	27
2.6 Talleres de Mecánica Automotriz.....	27
2.7 Elevadores de tijera.....	29
2.8 Marco Legal	32
3. Materiales y Métodos.....	33
4. Resultados	34
4.1 Identificación de las fallas más frecuentes en los elevadores de tijeras	34
4.2 Determinación de límites operacionales permitidos para los elevadores de tijera	35
4.3 Determinación de los componentes más críticos de los elevadores de tijera.	36
4.4 Diseño plan de mantenimiento preventivo para el elevador de tijera atlas spl-9k.....	39
4.4.1 Rutina de chequeo pre operacional.	40
4.4.2 Presión de trabajo de la bomba y ruidos.	40
4.4.3 Pernos de cimentación.	41

4.4.4 Estado del aceite.	41
4.4.5 Sistema eléctrico.	41
4.5 Hoja de Ruta plan de mantenimiento en elevadores de tijera.....	41
4.5.1 Procedimiento Inspección Visual Pre-Operacional (Diaria).....	43
4.5.2 Procedimiento Medición de Presión Hidráulica (Semanal).....	44
4.5.3 Procedimiento Lubricación de Componentes Mecánicos (Mensual)	45
4.5.4 Procedimiento Revisión de Componentes Eléctricos (Trimestral).....	46
4.5.5 Procedimiento Cambio de Aceite Hidráulico, cambio de mangueras y sellos hidráulicos y Evaluación Estructural (Anual).....	47
5. Conclusiones	49
6. Recomendaciones	51
Referencias Bibliográficas	52
Apéndices.....	54

Lista de Tablas	Pág.
Tabla 1 Actividades de mantenimiento.....	23
Tabla 2 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	24
Tabla 3 Relación fases, objetivos y tareas para el plan de trabajo.....	33
Tabla 4 Fallas frecuentes en los elevadores de tijera	34
Tabla 5 Bomba	35
Tabla 6 Motor eléctrico.....	36
Tabla 7 Número de eventos o fallas en cada subsistema.	36
Tabla 8 Fallas por año en cada uno de los subsistemas.	37
Tabla 9 Factores ponderados a ser evaluados en cada subsistema.	37
Tabla 10 Factores ponderados en cada uno de los subsistemas.....	38
Tabla 11 Criticidad (CTR) en cada uno de los subsistemas.	38
Tabla 12 Consecuencia vs Frecuencia.	39
Tabla 13 Criticidad total por riesgos.....	39
Tabla 14 Rutina de mantenimiento general	42
Tabla 15 <i>Hoja de ruta para la inspección preoperacional diaria</i>	43
Tabla 16 Hoja de ruta para la inspección semanal.....	44
Tabla 17 Hoja de ruta para la inspección mensual.	45
Tabla 18 Hoja de ruta para la inspección trimestral	46
Tabla 19 Hoja de ruta para la inspección anual	47

Lista de Figuras	Pág.
Figura 1 Elevador de tijera del concesionario Campesa	17
Figura 2 Concesionario Campesa	29
Figura 3 Elevador de vehículos motorizados	30
Figura 4 Ecuación	37

Lista de Apéndices

Pág.

Apéndice A. Plantilla Matriz de Criticidad 38

Glosario

Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de actividades realizadas para reparar fallas o averías en equipos o sistemas una vez que han ocurrido, con el objetivo de restaurar su funcionamiento. Este tipo de mantenimiento se realiza de manera reactiva y puede implicar tiempos de inactividad.

Mantenimiento preventivo: Son las acciones programadas y periódicas que se realizan en equipos o sistemas para evitar fallas antes de que ocurran. Incluye inspecciones, ajustes, limpieza, reemplazo de piezas, entre otras, con el objetivo de garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil.

Matriz de Criticidad: Es una herramienta que clasifica los equipos o sistemas de acuerdo con su importancia para el proceso operativo, considerando factores como frecuencia de fallas, impacto operacional, costos y riesgos. Ayuda a priorizar las acciones de mantenimiento en función de la criticidad de cada equipo.

Frecuencia de Falla: Es una medida que indica cuántas veces un equipo o sistema presenta fallas en un periodo de tiempo determinado. Se utiliza para evaluar la disponibilidad del equipo y planificar estrategias de mantenimiento.

Impacto operacional: Es el efecto que tiene una falla o evento en el desempeño de las operaciones de una organización. Puede manifestarse en términos de reducción de productividad, interrupción de servicios, incumplimiento de plazos o pérdida de ingresos.

Flexibilidad operacional: Se refiere a la capacidad de una organización o sistema para adaptarse a cambios en las condiciones operativas o en los requerimientos de producción, minimizando los impactos negativos en las operaciones.

Costos de mantenimiento: Son los gastos asociados con las actividades de mantenimiento, incluyendo materiales, mano de obra, herramientas, costos indirectos y el tiempo de inactividad.

Este concepto es clave para gestionar y optimizar los recursos destinados al mantenimiento.

Seguridad y medio ambiente: Es el conjunto de prácticas y medidas destinadas a proteger a las personas, los equipos y el entorno de riesgos asociados con las operaciones y el mantenimiento.

Implica la prevención de accidentes, la mitigación de impactos ambientales y el cumplimiento de normativas legales.

Elevador de tijera: Es un equipo de elevación que utiliza un mecanismo en forma de tijera para levantar cargas o personas a diferentes alturas. Se emplea comúnmente en trabajos de mantenimiento, construcción o reparación en altura.

Taller automotriz: Es un establecimiento dedicado a la reparación, mantenimiento y diagnóstico de vehículos automotores. Puede incluir servicios como cambio de aceite, revisión de frenos, alineación, reparación de motores, entre otros.

Disponibilidad: La probabilidad de que un equipo o sistema se encuentre en condiciones operativas en el momento en que sea requerido, considerando el tiempo total de funcionamiento y los períodos de inactividad debido a mantenimiento o fallas.

**

** Los conceptos básicos fueron aclarados mediante el uso de ChatGPT, un modelo de inteligencia artificial desarrollado por OpenAI, para apoyar el entendimiento de los temas tratados en este trabajo.

Resumen

Título: Diseño Plan de Mantenimiento Preventivo para Elevadores de Tijera SLP-9k*

Autor: Wilson Yesid Suarez Méndez**

Palabras Clave: Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo, Matriz de Criticidad, Frecuencia de Falla, Impacto operacional, Flexibilidad operacional, Costos de mantenimiento, Seguridad y medio ambiente, Elevador de tijera, Taller automotriz, Disponibilidad.

Descripción: El proyecto busca mejorar la disponibilidad de los elevadores de tijera en el taller automotriz de Campesa S.A. mediante la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo, fundamentales para garantizar la calidad del servicio y la mejora continua. Estos equipos, con más de 10 años de uso, han estado sujetos principalmente a mantenimiento correctivo, lo que aumenta los riesgos operativos y reduce la eficiencia del taller.

Se recopiló información técnica sobre las frecuencias de falla y los componentes más problemáticos. Con estos datos, se construyó una matriz de criticidad, identificando los elementos clave que afectan la operatividad de los elevadores. Este análisis permitió priorizar los componentes críticos y diseñar una hoja de ruta práctica para detectar problemas potenciales y tomar acciones preventivas rápidamente. Al mantener operativos los elevadores, el taller puede ofrecer un servicio más ágil y confiable, incrementando la satisfacción del cliente gracias a la disponibilidad de agendamiento para sus vehículos.

* Trabajo de Grado

** Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Ing. Carlos Arturo Gómez Serrano. Magister en gerencia de negocios.

El plan también tiene un impacto positivo en la seguridad laboral, reduciendo riesgos de accidentes y creando un entorno de trabajo más seguro. Además, al anticipar fallas graves, se prolonga la vida útil de los equipos, disminuyen los costos de mantenimiento a largo plazo y se mejora la eficiencia operativa. Esto fortalece la reputación del taller, haciéndolo más competitivo en el mercado.

Abstract

Title: Design of a Preventive Maintenance Plan for SLP-9k Scissor Lifts*

Author: Wilson Yesid Suarez Méndez**††

Keywords: Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, Criticality Matrix, Failure Frequency, Operational Impact, Operational Flexibility, Maintenance Costs, Safety and Environment, Scissor Lift, Automotive Workshop, Availability.

Description: The project aims to improve the availability of scissor lifts in the Campesa S.A. automotive workshop through the implementation of preventive maintenance strategies, which are essential for ensuring service quality and continuous improvement. These machines, with more than 10 years of use, have primarily undergone corrective maintenance, increasing operational risks and reducing workshop efficiency.

Technical data on failure frequencies and the most problematic components were collected. Based on this information, a criticality matrix was developed to identify the key elements affecting the operational performance of the lifts. This analysis allowed for the prioritization of critical components and the design of a practical roadmap to detect potential issues and take preventive actions quickly. By keeping the lifts operational, the workshop can provide faster and more reliable service, increasing customer satisfaction due to improved vehicle scheduling availability.

The plan also has a positive impact on workplace safety, reducing accident risks and creating a safer working environment. Additionally, by anticipating major failures, the lifespan of the

††

Thesis

equipment is extended, long-term maintenance costs are reduced, and operational efficiency is improved. This strengthens the workshop's reputation, making it more competitive in the market.

Introducción

En el entorno competitivo de la industria automotriz, mantener la coherencia con los compromisos de calidad y la mejora continua es un desafío fundamental. Un aspecto crucial para lograr estos objetivos es ejercer un control riguroso y una supervisión efectiva de los indicadores de mantenimiento y los costos asociados. Según Medrano et al. (2017) plantea que la finalidad es evitar paros no planeados y lograr la máxima disponibilidad de la planta productiva, así como reducir costos de mantenimiento, esto se traduce en la necesidad de garantizar equipos y activos que sean capaces de ofrecer servicios oportunos y fiables cuando se les requiera.

Este control y supervisión tienen un rol crítico en el contexto de la gestión del mantenimiento y la calidad de servicio. En primer lugar, es fundamental establecer indicadores de desempeño y calidad que permitan medir de manera precisa el funcionamiento de los equipos y activos. Como lo soporta Silva (2007), estos indicadores pueden incluir métricas relacionadas con el tiempo de actividad, la eficiencia, la disponibilidad y la confiabilidad de los activos (p. 273-274).

Además, Cárcel (2016) menciona que se debe implementar un sistema de seguimiento continuo de estos indicadores para identificar de manera proactiva cualquier desviación o problema potencial en el mantenimiento de los equipos (p. 5-7). Esto permite tomar medidas correctivas y preventivas antes de que surjan problemas graves que afecten la calidad del servicio. La finalidad es mantener los equipos en condiciones óptimas para ofrecer un servicio oportuno. Esto no solo implica la gestión reactiva de reparaciones, sino también la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo, la cuál es utilizada para determinar qué se debe hacer

para asegurar que cualquier equipo sea constante en su función operacional. Estas estrategias permiten anticipar y prevenir problemas, lo que a su vez contribuye a la calidad.

En la industria automotriz se usan equipos especializados para el mantenimiento de los vehículos que ingresan al taller, tal es el caso de Campesa S.A el cual cuenta con servicios de calidad en diferentes áreas, sin embargo con este proyecto se pretende la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo; por ejemplo en la práctica investigativa de Galvis (2008) desarrolla un plan de mantenimiento con equipos y herramientas de la concesionaria debido a la inexistencia de un programa que garantice la extensión de la vida útil de un equipo (p. 14-75); las cuales son esenciales para mantener la coherencia con los compromisos de calidad y la mejora continua en la prestación de servicios confiables y oportunos para mantener los equipos que los técnicos operan a diario en el taller.

En particular, en la concesionaria Campesa los elevadores de tijera son utilizados para ejecutar los servicios de mantenimiento y reparaciones a vehículos. Estos equipos en CAMPESA son equipos que cuentan con más de 10 años de uso y la rutina de mantenimiento que se utiliza es de carácter correctivo y una revisión anual periódica, lo que ha ocasionado en situaciones específicas riesgos en la operación, como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Elevador de tijera del concesionario Campesa



Nota: Elevador de tijera fallando en plena operatividad, año 2024

Este trabajo tiene como impacto en el área técnica, implementar estrategias de mantenimiento preventivo que permitan anticipar problemas antes de que se conviertan en fallas graves, asegurando que los equipos operen en condiciones óptimas. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce costos de mantenimiento a largo plazo. Por otro lado, en el campo social se beneficia a los trabajadores del taller automotriz, al garantizar que los equipos estén en condiciones operativas, se reduce el riesgo de accidentes laborales, creando un entorno de trabajo más seguro. Además, un mantenimiento preventivo y eficiente mejora la calidad del servicio ofrecido a los clientes, asegurando que sus vehículos sean reparados de manera rápida y confiable. Esto reduce costos operativos y se fortalece la reputación y competitividad en el mercado. A continuación, el detalle de cada impacto:

Estrategias de Mantenimiento Preventivo: La implementación del plan de mantenimiento preventivo en los elevadores de tijera, permite anticipar problemas antes de que se conviertan en fallas graves, asegurando que los equipos operen en condiciones óptimas. Al prevenir problemas y realizar mantenimientos programados, se reduce el tiempo de inactividad de los equipos, mejorando así el rendimiento operativo del taller automotriz.

Reducción de Costos a Largo Plazo: La detección temprana de problemas en los elevadores de tijera y el mantenimiento periódico, previene fallas críticas e intervenciones correctivas, lo que reduce costos de mantenimiento a mediano y largo plazo. Estas actividades de mantenimiento prolongan la vida útil del elevador, antes de tener que invertir en la sustitución de equipos nuevos y de altos costos.

Seguridad Laboral: Al garantizar que los elevadores de tijera estén en condiciones operativas seguras, reduce el riesgo de accidentes laborales, creando un entorno de trabajo más confiable para el equipo laboral en el taller automotriz.

Mejora de la Calidad del Servicio: Un mantenimiento preventivo y eficiente, asegura que los vehículos de los clientes sean reparados y atendidos de manera rápida y confiable, lo que mejora la calidad del servicio ofrecido y la imagen corporativa del taller automotriz, lo que a su vez fortalece su competitividad.

Para resumir lo antes descrito, lo que se desea con el proyecto es poder llevar los elevadores de tijera al mantenimiento preventivo, esto logrando tener un mayor control en las incidencias de fallas que atentan contra la disponibilidad del mismo equipo, esta falta de disponibilidad es un tema grave para el taller, como se ha referido con anterioridad, no tener un elevador operativo

implica una percepción negativa por parte del cliente, así como un lucro el cual se deja de recibir por no tener este activo disponible. A su vez poder tomar de forma acertada la data para sentar bases sólidas para las futuras mejoras en el plan de mantenimiento es algo crucial, ya que la disponibilidad y la seguridad deben ir de la mano, y esto solo se logra teniendo una data sólida para tomar decisiones gerenciales tales como, continuar con los mantenimientos en los equipos o pensar en la idea de reemplazarlos.

Basado en lo anterior se define la siguiente pregunta de investigación, **¿Se puede incrementar la disponibilidad de los elevadores de tijera del taller hasta un 85% mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en un análisis de criticidad?**

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo en los elevadores de tijera del taller automotriz Campesa S.A basado en un análisis de criticidad con la finalidad de mejorar la disponibilidad de estos equipos en un 85%.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar las fallas más recurrentes que se presentan en los elevadores de tijera para comprender los tiempos de parada y afectación en la disponibilidad.

Determinar los componentes más críticos en el elevador de tijera para distinguir el grado de importancia mediante la matriz de criticidad, con los factores ponderados a ser evaluados en cada subsistema (FF, IO, FO, CM y SMA).

Diseñar una hoja de ruta de mantenimiento basada en los hallazgos de la matriz de criticidad, estableciendo inspecciones diarias, semanales, mensuales, trimestrales y anuales, para garantizar su correcta implementación por parte del personal y mejorar la disponibilidad operativa.

2. Marco Teórico y Conceptual

Con el avance tecnológico, el mantenimiento inicialmente centrado en reparaciones tras fallos ha evolucionado hacia métodos preventivos que no solo corrigen problemas, sino que los anticipan. Para elegir el sistema de mantenimiento adecuado, es vital considerar el tipo de equipo, la política y estructura organizativa de la empresa, la capacitación del personal y los recursos disponibles, la frecuencia de uso y los costos. Este enfoque estratégico no solo optimiza la operación, sino que prolonga la vida útil de los equipos, asegurando el éxito continuo en la industria.

Para iniciar, es importante el concepto de mantenimiento en palabras de Medrano et al. (2017) “implica saber y saber hacer” (p.9), es decir, que no solo implica conocimiento teórico, sino también su aplicación práctica para resolver problemas recurrentes en las empresas. La buena comunicación entre departamentos es crucial para la toma de decisiones respecto a los tipos de mantenimiento a implementar, favoreciendo la programación sobre la improvisación. En entornos dinámicos como las plantas industriales, donde los cambios son frecuentes debido a presiones de clientes, las reuniones de gerentes y directivos buscan optimizar recursos, incluidas las actividades de mantenimiento. Según (Creus, 1992, como se citó en Medrano et al. 2017), el mantenimiento comprende acciones para inspeccionar y reparar equipos, mientras que (Wireman, 2001, como se citó en Medrano et al. 2017) lo define como la gestión de activos para maximizar el rendimiento. El congreso internacional (OCDE, 1963, como se citó en Medrano et al. 2017) lo describe como la función empresarial para garantizar el funcionamiento regular de las instalaciones. Diversas definiciones, (Dounce, 2007, Duffuaa, 2007, Moubrey, 2004, como se citó en Medrano et al. 2017), enfatizan en asegurar que los elementos físicos continúen cumpliendo sus funciones esenciales.

El mantenimiento preventivo según Medrano et al. (2017) implica la supervisión sistemática y planificada de instalaciones, máquinas y equipos para minimizar emergencias, prolongar la operatividad continua mediante inspecciones técnicas y el cuidado diario por parte de los operadores, reduciendo así interrupciones y depreciaciones anticipadamente (p.66).

2.1 Características del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se basa en programas planificados de inspección y mantenimiento periódico de equipos empresariales para prevenir fallos. Incluye actividades cíclicas y repetitivas según una frecuencia establecida. Los componentes clave de estos programas según Medrano et al. (2017):

- El nombre que lo identifica.
- El régimen que determina si el control se llevará por fechas o lecturas.
- Las partes y subpartes del equipo que se requiere incluir.
- Las actividades de mantenimiento que deben efectuarse a cada parte y subparte.
- La frecuencia con que debe realizarse cada una de las actividades. En casos específicos podría ser necesario decidir a qué componente del equipo debe asignársele una vida útil, y de cuánto tiempo deberá ser ésta.
- La especialidad de quien realiza la actividad.
- La prioridad de la actividad.
- Un cronograma con imágenes de las partes críticas a inspeccionar.
- Los criterios de la revisión y métodos a realizar para cada caso.

-Si las fechas de las inspecciones se realizan fuera de tiempo, serán de gran valor los comentarios o hallazgos que se detecten, así como su nueva reprogramación de revisión.

-La frecuencia en la revisión de los equipos o componentes puede ajustarse conforme el historial de estos o la experiencia del personal de mantenimiento.
(p.67)

2.2 Actividades del mantenimiento preventivo

Medrano et al. (2017) menciona que las principales actividades del mantenimiento preventivo aplicadas a los equipos se centran principalmente (p.68):

Tabla 1

Actividades de mantenimiento

Actividad	Descripción
Limpieza	Proceso periódico destinado a eliminar las impurezas que puedan afectar el correcto funcionamiento de los recursos.
Inspección y revisión	Se fundamentan en la observación de los recursos para recabar información acerca de su condición física o desempeño.
Ajuste o calibración	Corrección de los daños sufridos por el recurso o alguna de sus partes como resultado del uso.
Cambio de piezas	Sustitución de componentes que han alcanzado el final de su vida útil por otros que sean de características similares y estén en buen estado de funcionamiento.
Lubricación	Aplicación regular de lubricantes según los intervalos recomendados y las especificaciones del fabricante.

Nota: Tomado del libro Mantenimiento Técnicas y Aplicaciones Industriales

2.3 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Según Medrano et al. (2017) el mantenimiento preventivo ofrece varias ventajas, como la reducción de costos, menor tiempo muerto de equipos y personal, mayor vida útil de los equipos, y mejor control de calidad en la producción. Además, permite programar las reparaciones y reducir los costos de inventario y almacenamiento de refacciones. Sin embargo, también presenta desventajas, como el posible aumento de costos si no se obtienen buenos resultados, la falta de personal calificado que puede llevar a malos resultados, el cambio innecesario de piezas antes de agotar su vida útil, y el riesgo de mal funcionamiento del equipo debido a intervenciones inadecuadas o frecuentes (p. 69-71). A continuación, la siguiente tabla mostrará a detalle cada una:

Tabla 2

Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Ventajas del mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo, basado en actividades correctivas, busca reducir costos y tiempo de operación, aunque sus ventajas no siempre se aplican universalmente.	
Seguridad	Mejora la seguridad operativa de una empresa al proporcionar un mejor conocimiento del estado y condiciones de los equipos. Esto ayuda a prevenir accidentes causados por daños en accesorios o controles.
Tiempo muerto	Puede reducir o eliminar el tiempo de inactividad de los equipos y del personal, programando las actividades durante los descansos o en momentos que no afecten la producción.
Vida útil	Prolonga la vida útil de los equipos al reemplazar componentes de manera regular, manteniéndolos en óptimas condiciones. Esto es más efectivo que el mantenimiento correctivo.

Costo de las reparaciones	Reduce los costos de reparación al prevenir fallas que podrían dañar múltiples piezas, lo que también disminuye el tiempo y el personal necesarios para las intervenciones.
Inventarios	Permite reducir el costo del inventario al programar con precisión la adquisición de refacciones y evitar gastos por almacenamiento o daño.
Carga de trabajo	Regula la carga de trabajo del personal, reduciendo tiempo extra y tiempo muerto. Además, permite coordinar mejor con otros departamentos.
Calidad de la producción	Mejora el control de calidad y reduce las pérdidas por desperdicio en la producción.
Desventajas del mantenimiento preventivo: La principal desventaja del mantenimiento preventivo es su posible costo elevado sin resultados positivos. Otras incluyen la falta de personal calificado, cambios innecesarios de piezas y problemas de funcionamiento del equipo.	
Falta de personal calificado	Intervenciones inapropiadas pueden ser contraproducentes para el equipo.
Cambio innecesario de piezas	Cambiar piezas antes de que lleguen a su modo de falla implica un aumento en el costo de inventario y repuestos.
Mal funcionamiento del equipo	Manipular equipos de forma inapropiada hacen que funcione erráticamente.

Nota: Tomado del libro Mantenimiento Técnicas y Aplicaciones Industriales

2.4 Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos (ISED) según su "criticidad", la cual es proporcional al "riesgo". (Gutiérrez, Agüero, & Calixto, 2019, párr. 1). Este enfoque facilita la toma de decisiones y la asignación eficiente de recursos hacia las áreas que más impactan el negocio. La criticidad se determina evaluando dos factores principales:

Probabilidad de falla: frecuencia con la que se espera que ocurra una falla en un activo.

Consecuencias de la falla: impacto que dicha falla tendría en aspectos como seguridad, medio ambiente, producción y costos.

Estos factores se representan en una matriz de criticidad, donde las filas corresponden a categorías de probabilidad de falla y las columnas a categorías de consecuencias. Cada celda de la matriz indica el nivel de riesgo asociado, facilitando la identificación de activos que requieren mayor atención. El análisis de criticidad puede realizarse mediante técnicas cualitativas, semi-cuantitativas o cuantitativas:

- **Técnicas cualitativas:** utilizan escalas descriptivas para estimar la probabilidad y las consecuencias de fallas, sin asignar valores numéricos específicos.
- **Técnicas semi-cuantitativas:** asignan rangos numéricos relativos a las probabilidades y consecuencias, permitiendo una jerarquización más precisa de los riesgos.
- **Técnicas cuantitativas:** proporcionan valores absolutos de riesgo mediante cálculos detallados, siendo útiles para evaluar la tolerabilidad del riesgo y tomar decisiones informadas.

La elección de la técnica depende de la disponibilidad de datos y del nivel de detalle requerido en el análisis. Implementar un análisis de criticidad adecuado permite optimizar los planes de mantenimiento y dirigir los esfuerzos hacia los activos que representan mayores riesgos para la organización.

2.5 Disponibilidad de equipos

La disponibilidad de los equipos es un aspecto fundamental en la gestión del mantenimiento, ya que influye directamente en la eficiencia operativa y en la reducción de tiempos de inactividad. Según Mora (2009), “disponibilidad es la 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” (p. 67).

La **disponibilidad inherente** (Mora, 2009, p. 80) se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$D_i = \frac{MTBF}{MTTR + MTBF} \times 100$$

MTBF (Mean Time Between Failures) = Tiempo medio entre fallos.

MTTR (Mean Time To Repair) = Tiempo medio de reparación.

2.6 Talleres de Mecánica Automotriz

Un taller de servicio automotriz es un establecimiento industrial donde se llevan a cabo operaciones destinadas a restaurar las condiciones normales de funcionamiento de los automóviles o sus componentes. Estas operaciones son necesarias cuando se detectan alteraciones en el estado del vehículo después de su fabricación (Fuentes Orozco, 2004, p. 29).

Según Palacios Colindres (2007) el propósito principal de un taller de servicio automotriz es realizar diagnósticos, reparaciones o sustituciones en el sistema mecánico del vehículo. Esto incluye la estructura del vehículo, el equipo eléctrico, y otros componentes auxiliares como el

sistema de alumbrado, señalización, y los instrumentos de control. También ofrece a los clientes un servicio fiable y beneficioso en el mantenimiento proactivo de sus vehículos. Esto permite a los clientes disfrutar de una mayor vida útil del vehículo, un desempeño más seguro y eficiente, menor consumo de combustible, y la identificación temprana de problemas menores antes de que se conviertan en fallas mayores y costosas.

Para lograr lo anterior, un taller automotriz debe estar estructurado de manera eficiente, con técnicos capacitados y herramientas adecuadas, asegurando que todos los procesos de control sean efectivos. En cuanto a los talleres de concesionarios, estos suelen estar especializados en una o varias marcas de automóviles y cuentan con técnicos especializados en diversas áreas, equipados con maquinaria específica para esos vehículos, lo que garantiza un servicio óptimo y especializado (Hello Auto, 2024).

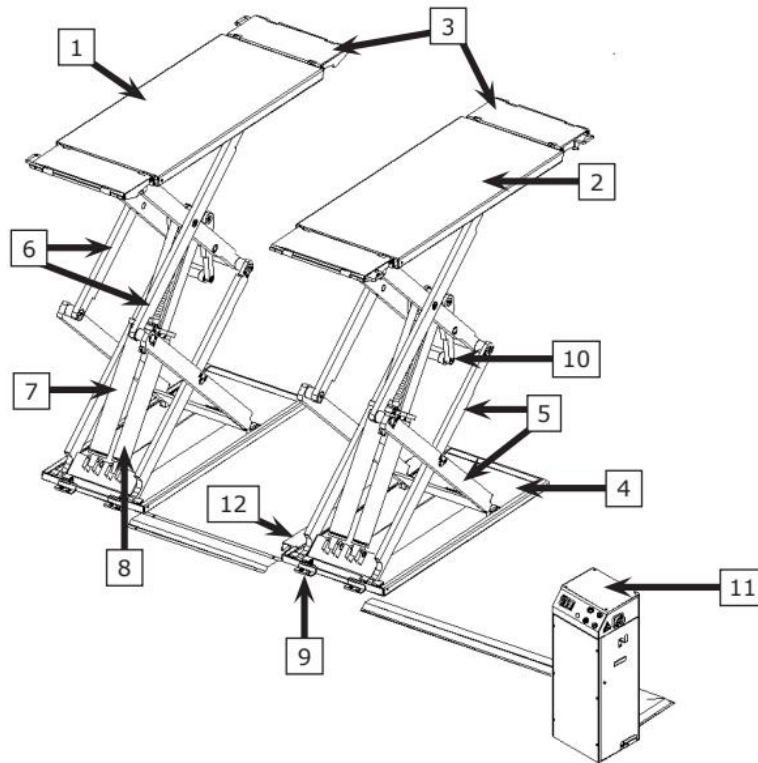
Conviene subrayar que el concesionario Campesa a trabajar en este proyecto, es líder en ventas de vehículos y servicios automotrices en la región de Santander y Norte de Santander, Colombia. Desde hace más de 34 años, ha contribuido significativamente al desarrollo económico y social de la región, ofreciendo productos y servicios de alta calidad y tecnología avanzada. El concesionario tiene varias ubicaciones de posventa en la ciudad de Bucaramanga en la Cra 16 # 45 - 64, en Floridablanca en la av. Anillo vial km 2.3 aut Floridablanca - Girón y en Cúcuta en la Av. Libertadores # 3 - 86, las cuales brindan servicios de venta y mantenimiento de vehículos, venta de repuestos y servicios de pintura y colisión. Los talleres de Campesa realizan trabajos de diagnóstico, mantenimiento y reparación en sistemas mecánicos y eléctricos de vehículos, asegurando rapidez y calidad en todos sus procesos (Campesa S.A., 2024).

Figura 2*Concesionario Campesa*

Nota: Tomado de <https://www.campesachevrolet.co/sedes>

2.7 Elevadores de tijera

Para la realización de trabajos de mantenimiento y reparación se requiere en muchas ocasiones utilizar los elevadores de vehículos. En este caso, los elevadores de tijera son dispositivos mecánicos utilizados para elevar vehículos de manera segura y eficiente. Son especialmente usados para trabajar en la parte inferior de los vehículos, adicional, se realizan mantenimientos, reparaciones en el chasis, cambios de aceite, revisión de frenos, y otras tareas que requieren acceso al sistema bajo del automóvil (Murillo Julián, 2011, p. 10-14).

Figura 3*Elevador de vehículos motorizados*

Nota: Tomado de Alas SLP-9K manual de instalación y operación

Según Atlas Automotive Equipment como se muestra en la Figura 3, el elevador está compuesto por dos plataformas: P1 (1) y P2 (2), cada una equipada con rampas de entrada/salida (3) que pueden bloquearse a las plataformas como extensiones, ancladas al suelo mediante bases (4). Las plataformas están unidas a la base mediante un sistema de tijera para elevación.

El sistema de elevación de cada plataforma está compuesto por 4 brazos: dos inferiores (5) y dos superiores (6), y un par de cilindros: maestro (7) y esclavo (8). La seguridad mecánica (9) está construida en cada carril y puede bloquearse y liberarse mediante el cilindro de aire. El movimiento se transmite mediante un sistema de palanca, desde los cilindros hasta la palanca (10).

El descenso y el levantamiento se realizan mediante una unidad de control (11), ubicada junto al elevador. Se instalan dos interruptores de límite en la base P2: uno para la posición superior y otro para la altura de seguridad, protegidos por una cubierta (12).

Es importante conocer el funcionamiento y mantenimiento de los elevadores de tijera, ya que, el incumplimiento de estas directrices puede resultar en daños a personas, vehículos u objetos, y el fabricante no se hace responsable por el uso indebido del equipo. A continuación, a detalle cada directriz según el manual de instalación y operación Atlas SLP-9K:

- **Operación y Seguridad:** Los elevadores de tijera son operados hidráulicamente y cuentan con sistemas de seguridad críticos, como dispositivos de seguridad y sistemas de limitación de presión para proteger contra el exceso de presión y asegurar un funcionamiento seguro.
- **Mantenimiento Periódico:** Los elevadores de tijera requieren mantenimiento regular cada cierto intervalo (por ejemplo, cada 3, 6 y 12 meses según las recomendaciones del fabricante Atlas). Esto incluye la verificación del nivel de aceite, detección de fugas, inspección de pernos de fijación, y revisión del sistema eléctrico, entre otros aspectos, para garantizar su operación segura y eficiente (p.41).
- **Uso Correcto:** Se enfatiza que los elevadores de tijera deben utilizarse únicamente para levantar vehículos dentro de un área cerrada y bajo condiciones específicas de seguridad.

2.8 Marco Legal

Los talleres automotrices pueden establecer prácticas sólidas de gestión y mantenimiento para asegurar que sus equipos, incluidos los elevadores de tijera, funcionen de manera segura y eficiente, a continuación, algunas directrices a tener en cuenta:

ISO 9001 - Sistemas de Gestión de la Calidad (2015):

Proporciona los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, que incluye la gestión del mantenimiento para asegurar la calidad y eficiencia de los procesos.

ISO 14224 - Información sobre Fiabilidad y Mantenimiento (2016):

Establece los requisitos para la recopilación e intercambio de datos sobre fiabilidad y mantenimiento de equipos industriales.

ANSI/ALI ALCTV - Norma 2017 para elevadores automotrices:

Requisitos de seguridad para construcción, prueba y validación.

Directrices del fabricante:

Cada fabricante de elevadores de tijera proporciona recomendaciones detalladas para el mantenimiento preventivo, que deben seguirse estrictamente para mantener la seguridad y la eficiencia del equipo.

3. Materiales y Métodos

A continuación, se muestra el plan de trabajo que ayudará a cumplir con los objetivos propuestos para este proyecto asegurando la disponibilidad de los elevadores de tijera en el taller:

Tabla 3

Relación fases, objetivos y tareas para el plan de trabajo.

Fases	Objetivos	Tareas
Fase 1	Objetivo 1: Identificar fallas recurrentes en elevadores de tijera y su impacto.	-Revisar manuales de usuario y especificaciones técnicas de los elevadores. -Consultar con el personal técnico sobre problemas recurrentes. -Inspeccionar, analizar y documentar todas las fallas encontradas y su frecuencia.
Fase 2	Objetivo 2: matriz de criticidad, con los factores ponderados	-Establecer criterios para evaluar la criticidad (frecuencia de fallas, impacto en la operación, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento y seguridad y medio ambiente). -Asignar una puntuación de criticidad con rango de 1 a 10 a cada componente basado en estos criterios.
Fase 3	Objetivo 3: Una hoja ruta	-En base a los hallazgos obtenidos en la matriz de criticidad, se identifican tareas de mantenimiento preventivo (limpieza, inspección y revisión, ajuste o calibración, cambio de piezas y lubricación) necesarias para cada subsistema (hidráulico, mecánico y eléctrico) -Establecer los intervalos de tiempo para cada tarea de mantenimiento (diario, semanal, mensual, etc.). -Imprimir hojas de ruta para el uso de los operarios e iniciar con las actividades de mantenimiento preventivo.

Nota: aplicando este plan de trabajo lograremos recolectar data más confiable para mejoras en el plan de mantenimiento.

4. Resultados

En este apartado, con base en la teoría, la conceptualización y los objetivos planteados en este proyecto; se identifican las fallas recurrentes en los elevadores de tijera y se evalúa su impacto. A partir de este análisis, se elabora una matriz de criticidad considerando factores ponderados, con el propósito de generar una hoja de ruta que estructure el plan de mantenimiento para estos equipos.

4.1 Identificación de las fallas más frecuentes en los elevadores de tijeras

Para identificar las fallas más comunes en los elevadores, se recopiló información del personal técnico que ha realizado las intervenciones en el último año. Además, se determinó el tiempo promedio requerido para reparar cada una de estas fallas.

Tabla 4

Fallas frecuentes en los elevadores de tijera

#	FALLA	SINTOMA	TIEMPO PARADA (HORAS LABORALES)
1	Ruptura de mangueras	Fuga de líquido hidráulico	3
2	Daños de los cilindros	Fuga de líquido hidráulico	8
3	Daños de los sellos de los gatos hidráulicos	Fuga de líquido hidráulico	5
4	Daño de los pasadores de la estructura metálica	Sonido en partes móviles	2
5	Daño de bomba hidráulica	Elevador no sube	15
6	Relés y fusibles quemados	Elevador no sube	1

4.2 Determinación de límites operacionales permitidos para los elevadores de tijera

Con el fin de identificar los límites operacionales de los elevadores, se realizó una investigación utilizando catálogos en línea y documentos internos de la empresa. Como resultado, se estableció que los parámetros más relevantes son los siguientes:

- **Aceite hidráulico:** para el tiempo de operación que se emplea para los elevadores, se está realizando cambio de aceite hidráulico cada año, este aceite es AW46.
- **Condiciones de trabajo de la bomba:** la bomba de engranajes maneja una presión de trabajo y una presión máxima, esta presión de trabajo es de 260 bar y la presión máxima es de 280 bar.

Tabla 5

Bomba

Type	Gear	
Flow rate	2.1 cm ³ /g	4.8 cm ³ /g
Continuous working pressure	260 bar	
Peak pressure	280 bar	

Nota: Tomado de Alas SLP-9K manual de instalación y operación.

- **Condiciones de trabajo del motor:** el motor eléctrico maneja un voltaje de 220 v, además de manejar unos 2800 rpm, con una potencia de 2,2 kW.

Tabla 6*Motor Eléctrico*

Type	ML90L2	G90N4
Voltage	230V/220V-1Ph	400V/380V-3Ph
Power	2.2 KW	2.6 KW
Nº Poles	2	4
Speed	2800 rpm	1375 rpm
Motor enclosure type	B14	
Insulation class	IP 54	

Nota: Tomado de Alas SLP-9K manual de instalación y operación.

4.3 Determinación de los componentes más críticos de los elevadores de tijera.

Para identificar los componentes más críticos en este tipo de elevadores, se elaboró una matriz de criticidad. A través de esta evaluación, se identificaron los sistemas que comúnmente presentan fallas, tales como bombas, mangueras, cilindros, sellos, relés y fusibles.

- **Numero de eventos:** Las semanas evaluadas para este ejercicio fueron 26.

Tabla 7*Número de eventos o fallas en cada subsistema.*

Subsistemas	Número de eventos
Bomba	1
Mangueras	14
Cilindros	4
Sellos	6
Relés y fusibles	8
	33

Figura 4*Ecuación*

$$\text{Fallas x año} = \frac{\text{Cantidad de Evento}}{\text{Semanas evaluadas} / \text{Semanas año}}$$

Tabla 8*Fallas por año en cada uno de los subsistemas.*

Subsistemas	Fallas x año
Bomba	2
Mangueras	28
Cilindros	8
Sellos	12
Relés y fusibles	16

- Factores ponderados a ser evaluados

Tabla 9*Factores ponderados a ser evaluados en cada subsistema.*

FRECUENCIA DE FALLA (FF)	Mayor de 15 fallas año	6
	Entre 8 y 14 fallas año	4
	Entre 3 y 7 fallas año	2
	Menos de 2 fallas año	1
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	Perdidas de producción superiores a 75%	10
	Perdidas de producción entre 50 y 74 %	7
	Perdidas de producción entre 25 y 49 %	3
	Perdidas de producción entre 1 y 24 %	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	No cuenta con unidades de reserva	10
	Se cuenta con unidades de reserva para cubrir operaciones de mantenimiento	5
	Se cuenta con unidades de reserva en línea	1
	Costos de mantenimiento superiores a: \$ 1.000.000	10
	Costos de mantenimiento entre \$100.000 y \$999.000	5

COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	Costos de mantenimiento menores de: \$99.000	1
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	Riesgo alto de perdida de vida, daños graves y salud personal	10
	Riesgo medio de perdida de vida, daños graves y salud personal	5
	Riesgo abajo de perdida de vida, daños graves y salud personal	1

- Evaluación de criticidad

Tabla 10

Factores ponderados en cada uno de los subsistemas.

Subsistemas	FF	IO	FO	CM	SMA
Bomba	1	7	1	10	5
Mangueras	6	5	1	5	10
Cilindros	4	10	1	10	10
Sellos	4	7	1	5	5
Relés y fusibles	6	1	1	1	10

$$C = IO + FO + CM + SMA$$

$$CTR = FF \times C$$

$$CTR = FF \times (IO + FO + CM + SMA)$$

Tabla 11

Criticidad (CTR) en cada uno de los subsistemas.

Subsistemas	FF	C	CTR
Bomba	1	23	23
Mangueras	6	21	126
Cilindros	4	31	124
Sellos	4	18	72
Relés y fusibles	6	13	78

Tabla 12

Consecuencia vs Frecuencia.

FRECUENCIA (FF)	6	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	234	240
	5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160
	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120
	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		CONCECUENCIA (C)																																					

Nota: Ver apéndice A para mayor claridad.

(NC) Área de sistemas no críticos
(MC) Área de sistemas de media criticidad
(C) Área de sistema críticos

Tabla 13

Criticidad total por riesgos.

Subsistemas	CTR	Estado
Bomba	23	Nc
Mangueras	126	C
Cilindros	124	C
Sellos	72	Mc
Relés y fusibles	78	Mc

4.4 Diseño plan de mantenimiento preventivo para el elevador de tijera atlas spl-9k

El mantenimiento preventivo de este equipo requiere que el operador del equipo este atento a cualquier cambio en el comportamiento del equipo, así como de estar atento a humedades en el sistema, esto podrá extender la disponibilidad del elevador de tijeras.

4.4.1 Rutina de chequeo pre operacional.

Para ejecutar esta rutina el operario del elevador al iniciar su jornada laboral deberá realizar una inspección visual de las mangueras, sellos y cilindros para detectar cualquier tipo de fuga de aceite, de haber alguna, informar de forma inmediata al jefe de mantenimiento antes de elevar vehículos.

Para iniciar la rutina, el operario deberá elevar al máximo las plataformas exponiendo las mangueras y dejando a simple vista los cilindros extendidos para ver los vástagos, esto con la finalidad de poder evidenciar de forma rápida fugas de aceite, al no encontrar fugas sería su condición normal de trabajo, de lo contrario deberá bajar las plataformas y no operar el elevador.

Se debe revisar si el nivel de aceite del tanque está en lo marcado como normal, en caso de que el nivel este inferior, rellenar con lo necesario. Dándole continuidad a la revisión visual, se revisará que la estructura, no tenga faltantes de tuercas o tornillos y que su pista de deslizamiento este libre de agentes contaminantes que puedan obstruir su movimiento normal.

4.4.2 Presión de trabajo de la bomba y ruidos.

Se debe retirar la tapa protectora para acceder al tanque en donde se encuentra el manómetro de presión del sistema, como lo muestra la imagen el valor debe estar entre 260 a 280 bares, de lo contrario, al estar por debajo identificar fugas en el sistema hidráulico, o de estar por encima buscar entes que obstruyan el flujo de aceite. Revisar si la bomba genera ruidos fuera de lo normal, en caso de estarlos produciendo detener el trabajo inmediatamente.

4.4.3 Pernos de cimentación.

Comprobar que los pernos de cimentación se encuentren ajustados, esto para evitar vibración en la estructura donde se aloja el motor y la bomba que puedan provocar daños por esta vibración, en caso de estar desajustados es importante dar ajuste, para que queden bien apretados.

4.4.4 Estado del aceite.

Comprobar el estado del aceite de importante para el sistema, con esto podemos detectar contaminación o envejecimiento, cambiar el aceite en el tiempo correcto es importante para evitar fallos en el sistema hidráulico. El aceite contaminado es el principal causante de fallas en las válvulas y de una vida útil más reducida de las bombas de engranajes.

4.4.5 Sistema eléctrico.

Se debe realizar verificación del sistema eléctrico para garantizar un correcto funcionamiento, verificar que el motor este funcionando correctamente al accionarse desde el panel de control, que los interruptores de ascenso y descenso, panel de control y relés estén en buen estado. Los interruptores de ascenso y descenso, así como los relés y fusibles de activación de las válvulas suelen quemarse y dejar el sistema inoperativo, por eso es importante probar que estos estén bien y que cumplan su función.

4.5 Hoja de Ruta plan de mantenimiento en elevadores de tijera

Es fundamental considerar que esta revisión nos permitirá evaluar si el equipo se encuentra en pleno funcionamiento, si está cerca de fallar o si requiere intervención inmediata. Para optimizar el control de este proceso, se ha diseñado la siguiente hoja de ruta, que debe almacenarse

adecuadamente. Esto facilitará el seguimiento de los parámetros y permitirá tomar decisiones más informadas, contribuyendo a mejorar la operatividad de los equipos.

Tabla 14

Rutina de mantenimiento general

Frecuencia	Actividad	Descripción	Responsable	Herramientas necesarias
Diario	Inspección visual pre-operacional	Verificar fugas de aceite en mangueras y cilindros. Comprobar pernos, tuercas y desplazamiento. Revisar nivel de aceite. Verificar funcionamiento de interruptores.	Operador del elevador	Linterna, paño absorbente
Semanal	Revisión de presión hidráulica	Medir presión de la bomba y verificar ruido anormal en el sistema	Técnico de mantenimiento	llaves
Mensual	Lubricación de componentes mecánicos	Engrasar partes móviles para evitar fricción y desgaste prematuro	Técnico de mantenimiento	Grasa industrial, pistola de engrase
Trimestral	Revisión de componentes eléctricos	Sustitución de relés, fusibles y inspección motor eléctrico	Técnico de mantenimiento	Multímetro, destornilladores
Anual	Cambio de aceite hidráulico y evaluación estructural	Reemplazar aceite AW46, reemplazar sellos y mangueras hidráulicas y evaluar desgaste estructural del elevador	Técnico de mantenimiento	Aceite AW46, equipo de elevación

A continuación, el formato de registro de mantenimiento por frecuencia.

Tabla 15

Hoja de ruta para la inspección preoperacional diaria.

Hoja de ruta para la inspección preoperacional para elevadores SLP9K			
FECHA:		NOMBRE DEL OPERARIO:	
HORA:		CODIGO DEL EQUIPO:	
Inspección visual del elevador sin vehículos			
Marque con una X la casilla que corresponda.			
ITEM	BIEN	MAL	OBSERVACIONES
NIVEL DE ACEITE			
INTERRUPTOR DE ASCENSO			
INTERRUPTOR DE DESCENSO			
FUGAS EN CILINDROS			
FUGAS EN MANGUERAS			
ESTRUCTURA (PERNOS Y TUERCAS)			
PISTA DE DESPLAZAMIENTO			

4.5.1 Procedimiento Inspección Visual Pre-Operacional (Diaria)

Objetivo: Identificar signos tempranos de fallas antes de la operación del elevador.

1. **Elevar la plataforma del elevador al máximo** para visualizar cilindros y mangueras.
2. **Revisar fugas de aceite y nivel de aceite** en mangueras, conexiones hidráulicas y tanque de aceite.
3. **Verificar pernos, tuercas y desplazamiento** en la estructura del elevador.
4. **Verificar funcionamiento de interruptores** en el mando de control
5. **Registrar los hallazgos** en la hoja de control de mantenimiento.

- ✓ **Criterio de aceptación:** Si se detecta una fuga, tornillo flojo, estructura atascada o interruptores no funcionan, el equipo NO debe operar hasta la corrección del problema.

Tabla 16*Hoja de ruta para la inspección semanal.*

Hoja de ruta para la inspección del elevador SLP9K			
FECHA:		NOMBRE DEL OPERARIO:	
HORA:		CODIGO DEL EQUIPO:	
Intervención del elevador sin vehículos			
Ejecute las siguientes tareas.			
ITEM	BIEN	MAL	OBSERVACIONES
PRESION DE ACEITE EN REPOSO Y EN FUNCIONAMIENTO (260 – 280 BARES)			
VERIFICAR RUIDOS EN LA BOMBA			

4.5.2 Procedimiento Medición de Presión Hidráulica (Semanal)**Objetivo:** Asegurar que la bomba hidráulica trabaja dentro de los rangos óptimos.

1. **Retirar la tapa protectora** del sistema hidráulico.
 2. **Verificar que no haya ruidos** en la bomba.
 3. **Ubicar el manómetro y observar la presión** en reposo y en funcionamiento.
 4. **Comprobar que la presión esté entre 260-280 bares.**
 5. **Si la presión está fuera de rango:**
 - **Alta presión:** Posible bloqueo en el sistema, revisar válvulas.
 - **Baja presión:** Posible fuga en el sistema, revisar conexiones.
- ✓ **Criterio de aceptación:** Si la presión no está dentro del rango o se escucha ruido irregular, el elevador no debe operar hasta la corrección.

Tabla 17

Hoja de ruta para la inspección mensual.

Hoja de ruta para la inspección del elevador SLP9K		
FECHA:	NOMBRE DEL OPERARIO:	
HORA:	CODIGO DEL EQUIPO:	
Intervención del elevador sin vehículos		
Ejecute las siguientes tareas.		
ITEM	CHEQUEO	OBSERVACIONES
REALIZAR LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA		
APLICAR GRASA EN PUNTOS DE FRICCIÓN		
MOVER LA ESTRUCTURA PARA DISTRIBUCION UNIFORME		

4.5.3 Procedimiento Lubricación de Componentes Mecánicos (Mensual)

Objetivo: Reducir fricción y desgaste en las partes móviles.

1. **Limpiar las superficies a lubricar** con un paño absorbente.
2. **Aplicar grasa industrial** en los puntos de fricción.
3. **Mover la estructura del elevador** para distribuir la grasa uniformemente.

- ✓ **Criterio de aceptación:** No debe haber exceso de grasa en las áreas de contacto con otros componentes.

Tabla 18*Hoja de ruta para la inspección trimestral.*

Hoja de ruta para la inspección del elevador SLP9K		
FECHA:	NOMBRE DEL OPERARIO:	
HORA:	CODIGO DEL EQUIPO:	
Intervención del elevador sin vehículos		
Ejecute las siguientes tareas.		
ITEM	CHEQUEO	OBSERVACIONES
APAGAR LA ALIMENTACION ELECTRICA		
SUSTITUIR FUSIBLES Y RELES		
VERIFICACIÓN DEL MOTOR		
COMPROBAR CONTINUIDAD		

4.5.4 Procedimiento Revisión de Componentes Eléctricos (Trimestral)

Objetivo: Detectar fallas eléctricas en etapas tempranas.

1. **Apagar la alimentación eléctrica del elevador.**
2. **Sustituir fusibles y relés.**
3. **Verificar que no haya ruidos en el motor eléctrico.**
4. **Usar multímetro para comprobar continuidad eléctrica.**

✓ **Criterio de aceptación:** Si hay valores anormales, los componentes deben ser reemplazados nuevamente.

Tabla 19*Hoja de ruta para la inspección anual.*

Hoja de ruta para la inspección del elevador SLP9K		
FECHA:	NOMBRE DEL OPERARIO:	
HORA:	CODIGO DEL EQUIPO:	
Intervención del elevador sin vehículos		
Ejecute las siguientes tareas.		
ITEM	CHEQUEO	OBSERVACIONES
DRENAR ACEITE		
CAMBIAR ACEITE AW46 (3,5 GALONES)		
CAMBIAR MANGUERAS Y SELLOS HIDRAULICOS		
INSPECCIONAR ESTRUCTURA		

4.5.5 Procedimiento Cambio de Aceite Hidráulico, cambio de mangueras y sellos hidráulicos y Evaluación Estructural (Anual)

Objetivo: Mantener el sistema hidráulico libre de contaminación, sin fugas y evaluar el desgaste estructural.

1. **Drenar el aceite viejo** del sistema hidráulico.
2. **Llenar con aceite AW46 nuevo** hasta el nivel recomendado.
3. **Cambiar las mangueras y sellos hidráulicos del sistema.**
4. **Inspeccionar la estructura del elevador** para detectar grietas o deformaciones.

✓ **Criterio de aceptación:** Si se detecta contaminación en el aceite, fugas en sellos y mangueras o daños estructurales, se debe detener el uso del elevador y corregir.

El estudio realizado sobre los elevadores de tijera SLP-9K permitió identificar las fallas más frecuentes que afectan su disponibilidad operativa. Entre estas, se destacan la ruptura de mangueras, daños en cilindros y sellos hidráulicos, fallos en la bomba hidráulica y problemas eléctricos (relés y fusibles quemados). Se determinó que los subsistemas más críticos, según la matriz de criticidad, son las mangueras y cilindros, ya que presentan una alta frecuencia de fallas y un impacto significativo en la operatividad del equipo.

A partir del análisis de criticidad, se estableció un plan de mantenimiento preventivo estructurado en inspecciones diarias, semanales, mensuales, trimestrales y anuales, asegurando un enfoque integral para minimizar las fallas y mejorar la eficiencia del equipo. Se definieron criterios de aceptación para cada actividad de mantenimiento, lo que permite estandarizar las acciones correctivas y garantizar que el personal técnico siga procedimientos claros.

Además, se identificaron límites operacionales clave para los elevadores, incluyendo parámetros como presión de trabajo de la bomba, estado del aceite hidráulico y condiciones del motor eléctrico, los cuales fueron incorporados en la hoja de ruta de mantenimiento. La correcta implementación de estas medidas permitirá prolongar la vida útil de los equipos y reducir los costos asociados a reparaciones imprevistas.

5. Conclusiones

Se logró recopilar información con el personal técnico de las frecuencias de falla de los subsistemas. Con esto, se logró determinar qué componentes eran necesarios analizar para después llevar a la matriz de criticidad.

Se confirmó que las fallas más recurrentes en los elevadores de tijera generan tiempos de inactividad significativos, afectando la operatividad del taller. La ruptura de mangueras y los problemas en los cilindros fueron los más críticos debido a su alta frecuencia y el impacto en la seguridad del equipo.

La matriz de criticidad permitió priorizar las acciones de mantenimiento en función de la frecuencia de fallas, impacto en la producción, costos y seguridad. Gracias a este análisis, se determinó que los componentes más críticos requieren revisiones más frecuentes y reemplazo programado para evitar fallos inesperados.

La implementación de una hoja de ruta estructurada permitirá mejorar la disponibilidad de los equipos mediante inspecciones periódicas y procedimientos detallados. Se establecieron criterios claros para cada actividad, asegurando que los operarios y técnicos puedan seguir un protocolo estandarizado.

Al anticipar posibles fallos a través de mantenimiento preventivo, se reducirá la necesidad de reparaciones de emergencia, lo que disminuirá costos y mejorará la eficiencia operativa del taller.

La revisión frecuente de los sistemas eléctricos, hidráulicos y estructurales contribuirá a un funcionamiento más seguro de los elevadores, evitando accidentes o fallas que puedan comprometer la integridad del personal y los vehículos en reparación.

Se establecen indicadores de mantenimiento como son el tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR), mencionados anteriormente, se incorporara para medir la eficiencia de los equipos, estos indicadores será importantes para evaluar el objetivo de disponibilidad.

El diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en un análisis de criticidad representa una estrategia efectiva para mejorar la disponibilidad de los elevadores de tijera en el taller Campesa S.A. A través de una planificación adecuada, inspecciones regulares y procedimientos estandarizados, se logrará reducir tiempos de inactividad, optimizar costos de mantenimiento y mejorar la seguridad operativa. La correcta aplicación de este plan permitirá alcanzar la meta de mejorar la disponibilidad de los equipos hasta un 85%, asegurando un rendimiento óptimo y prolongando la vida útil de los elevadores. Sin embargo, su éxito dependerá de la disciplina en la ejecución del mantenimiento, la capacitación del personal y el seguimiento de indicadores clave que permitan evaluar y ajustar el programa según sea necesario.

6. Recomendaciones

Se confirmó que las fallas más recurrentes en los elevadores de tijera generan tiempos de inactividad significativos, afectando la operatividad del taller. La ruptura de mangueras y los problemas en los cilindros fueron los más críticos debido a su alta frecuencia y el impacto en la seguridad del equipo.

La matriz de criticidad permitió priorizar las acciones de mantenimiento en función de la frecuencia de fallas, impacto en la producción, costos y seguridad. Gracias a este análisis, se determinó que los componentes más críticos requieren revisiones más frecuentes y reemplazo programado para evitar fallos inesperados.

La implementación de una hoja de ruta estructurada permitirá mejorar la disponibilidad de los equipos mediante inspecciones periódicas y procedimientos detallados. Se establecieron criterios claros para cada actividad, asegurando que los operarios y técnicos puedan seguir un protocolo estandarizado.

Al anticipar posibles fallos a través de mantenimiento preventivo, se reducirá la necesidad de reparaciones de emergencia, lo que disminuirá costos y mejorará la eficiencia operativa del taller.

La revisión frecuente de los sistemas eléctricos, hidráulicos y estructurales contribuirá a un funcionamiento más seguro de los elevadores, evitando accidentes o fallas que puedan comprometer la integridad del personal y los vehículos en reparación.

Referencias Bibliográficas

- American National Standards Institute. (2017). ANSI/ALI ALCTV: Standard for automotive lifts - Safety requirements for construction, testing, and validation. ANSI. <https://www.autolift.org/product/ansiali-alctv-standard-2017/>
- Atlas Auto Equipment. (s.f.). SLP-9K Scissor Lifts. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://www.atlasautoequipment.com/products/lifts/scissor-lifts/stationary/slp-9k>
- Campesa S.A. (2024). Sobre nosotros. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://www.campesachevrolet.co/sobre-nosotros>
- Cárcel Carrasco, Francisco Javier. (2016). CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS TPM Y RCM EN LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO. *3C tecnología*, 5(3), 68–75.
- Hello Auto. (2024, 8 mayo). *¿Qué es un Taller? - Glosario de mecánica | Hello Auto*. <https://helloauto.com/es-es/glosario/taller/>
- Fuentes Orozco, M. V. (2004). *Organización de un taller de servicio automotriz* (Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica). http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0419_M.pdf
- Galvis Castellon J. G. (2008). Plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos e importantes utilizados en el departamento de posventa de Campesa S.A (proyecto de investigación, Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de ingeniería mecánica). https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/206/digital_16412.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, E., Agüero, M., & Calixto, I. (2019). *Análisis de criticidad integral de activos*. R2M S.A. Reliability and Risk Management. Predictiva21. <https://predictiva21.com/analisis-criticidad-integral-activos/>

- Medrano Márquez, González Ajuech, V. L., & Díaz de León Santiago, V. M. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. Grupo Editorial Patria.
- Mora Gutierrez, Alberto. (2009). *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. Alfaomega grupo editor.
- Murillo Julián, E. (2011). *Caracterización de un elevador tipo tijera para vehículos* (Trabajo de fin de carrera, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Universidad de Zaragoza). <https://zaguan.unizar.es/record/6743/files/TAZ-PFC-2011-744.pdf>
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2015). *Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos* (ISO 9001:2015). http://www.congresoson.gob.mx:81/Content/ISO/documentos/ISO_9001_2015.pdf
- Organización Internacional de Normalización. (2016). *ISO 14224: Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos* (3ª ed.). Ginebra: ISO. https://www.academia.edu/44518114/ISO_14224_espa%C3%B1ol
- Palacios Colindres, B. G. (2007). *La planeación estratégica como herramienta para mejorar la administración y las tareas de mantenimiento de Talleres Palacios* (Estudio especial de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Estudios de Postgrado, Maestría en Ingeniería de Mantenimiento). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5070/1/BYRON%20GIOVANNI%20PALACIOS%20COLINDRES.pdf>
- Silva M., Montilla Montaña, C. A., & Arroyave Londoño, J. F. (2007). Caso De Aplicación De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad RCM, Previa Existencia De Mantenimiento Preventivo. *Scientia et technica*, 5(37), 273–278.

Apéndices

“Los apéndices están adjuntos y pueden visualizarse en el repositorio institucional”

Apéndice A. Plantilla Matriz de Criticidad