

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA DE LA INVESTIGACIÓN

**Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para frenómetro de
vehículo liviano en estaciones de revisión técnica de la GAM, para
cumplir con la acreditación ISO/IEC17020.**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA ELECTROMÉCANICA**

ESTUDIANTE: VÍCTOR JULIO VARGAS ELIZONDO

TUTOR: ING. ÓSCAR ALVARADO FALLAS

SEDE CENTRAL

Julio, 2024

CERTIFICADO DEL FILÓLOGO

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	I
SOLICITUD DE DEFENSA.....	II
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	IV
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CONTENIDO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLAS	IVI
FIGURAS	IX
DEDICATORIA.....	X
AGRADECIMIENTOS	XIIII
EPÍGRAFE	XIII
RESÚMENES.....	XIV
CAPÍTULO I. PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	4
1.4.1 <i>Antecedentes nacionales</i>	4
1.4.2 <i>Antecedentes internacionales</i>	6
1.5 PROYECCIONES	9
1.5.1 <i>Alcances</i>	9
1.5.2 <i>Limitaciones</i>	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES UTILIZADAS.....	12
2.1.1 <i>Lluvia de ideas</i>	12
2.1.2 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	13

2.1.3	<i>Gráfico de pastel</i>	14
2.1.4	<i>Análisis de causa raíz</i>	15
2.1.5	<i>Gráfico de barras</i>	15
2.2	IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	15
2.2.1	<i>Visión</i>	16
2.2.2	<i>Misión</i>	16
2.2.3	<i>Antecedentes históricos</i>	16
2.2.4	<i>Ubicación geográfica</i>	17
2.2.5	<i>Estructura organizacional</i>	18
2.2.6	<i>Cantidad de empleados</i>	20
2.2.7	<i>Tipos de productos</i>	20
2.2.8	<i>Mercado de exportación</i>	22
2.2.9	<i>Descripción general del proceso productivo</i>	22
2.3	MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	24
2.3.1	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	24
2.3.2	<i>Mantenimiento correctivo</i>	26
2.4	DETALLES GENERALES DEL EQUIPO INTERVENIR	28
2.4.1	<i>Definición de un frenómetro Liviano (IW 2)</i>	28
2.5	ELEMENTOS QUE COMPONEN UN FRENÓMETRO DE VEHÍCULO LIVIANO	29
2.5.1	<i>Rodillos</i>	29
2.5.2	<i>Motorreductor</i>	29
2.5.3	<i>Cadenas</i>	30
2.5.4	<i>Muñoneras y Rodamientos</i>	30
2.5.5	<i>Barra Tensionométrica</i>	31
2.5.6	<i>Barra Central</i>	31
2.5.7	<i>Sensor de Inductivos</i>	32
2.6	DETALLES GENERALES DEL USO DEL EQUIPO	32
2.6.1	<i>Eficacia de frenado</i>	33
2.6.2	<i>Desequilibrio de frenado</i>	33
2.6.5	<i>Ovalidad en los discos y tambores</i>	34
2.7	DETALLES GENERALES DEL ENTE ACREDITADOR ECA	35
2.7.1	<i>¿Qué es el ECA?</i>	35
2.7.2	<i>Definición de la norma ISO/IEC 17020</i>	35
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO		36
3.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1.1	<i>Cualitativa</i>	37
3.1.2	<i>Cuantitativa</i>	37

3.1.3 <i>Mixta</i>	37
3.1.4 <i>Tipo de Investigación usada en el desarrollo de este trabajo</i>	37
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	38
3.3.1 <i>Fuentes primarias</i>	39
3.3.2 <i>Fuentes secundarias</i>	39
3.3.3 <i>Sujetos de información</i>	39
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS.....	40
3.5 INSTRUMENTOS	42
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	43
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	45
4.1 DEFINIR.....	49
4.2 MEDIR	49
4.3 ANALIZAR	54
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....	58
5.1 MEJORAR	59
5.2 CONTROLAR.....	61
5.3 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS ESTACIONES DE LA GAM.....	63
5.4 CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO DEL PROYECTO.....	68
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS	72
APÉNDICES Y ANEXOS	78
APÉNDICE 1:.....	79
APÉNDICE 2:.....	89
ANEXO 1	98
NORMA INTERNACIONAL ISO/IEC 17020	98
TRADUCCIÓN OFICIAL	98
INSTALACIONES Y EQUIPOS	98

TABLAS

Tabla 2.1 <i>Cantidad de empleados por área</i>	20
Tabla 2.2 Características de un frenómetro de liviano tipo IW2.....	28
Tabla 3.1 Variables de la investigación por objetivo	40
Tabla 4.1 Cantidad de equipos de las estaciones de la GAM.....	46
Tabla 4.2 Costos de la inspección de vehículos	51
Tabla 4.3 Costo promedio de inspecciones	52
Tabla 4.4 Lluvia de ideas	55
Tabla 4.5 Diagrama de Ishikawa.....	56
Tabla 4.6 Análisis de causa raíz	57
Tabla 5.1 Costo de implementación del mantenimiento preventivo en las cinco estaciones de la GAM	64
Tabla 5.2 Costo de ejecución del mantenimiento preventivo mensualmente por estación de la GAM	65
Tabla 5.3 Resumen de observaciones por estación	67

FIGURAS

FIGURA 2.1 LLUVIA DE IDEAS	13
FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	14
FIGURA 2.3 CANTIDAD DE FALLAS POR COMPONENTE EN EL 2023	14
FIGURA 2.4 FALLAS DE LOS EQUIPOS EN EL AÑO 2023.....	15
FIGURA 2.5 OFICINAS CENTRALES BARREAL DE HEREDIA	16
FIGURA 2.6 MAPA SATELITAL (ESTACIONES DE LA GAM).....	17
FIGURA 2.7 ORGANIGRAMA GENERAL DEKRA COSTA RICA S.A.....	19
FIGURA 2.8 ESQUEMA DEL PROCESO DE REVISIÓN TÉCNICA EN UNA LÍNEA DE INSPECCIÓN.....	22
FIGURA 2.9 MAPA DE PROCESOS DEKRA COSTA RICA S.A, 2024.....	23
FIGURA 2.10 AJUSTE DE CADENA.....	24
FIGURA 2.11 BALLESTA QUEBRADA	27
FIGURA 2.12 BALLESTA EN BUEN ESTADO	27
FIGURA 2.13 RODILLOS DE FRENÓMETRO	29
FIGURA 2.14 MOTORREDUCTOR.....	30
FIGURA 2.15 CADENA.....	30
FIGURA 2.16 MUÑONERAS Y RODAMIENTO INTERNO.....	31
FIGURA 2.17 BARRA TENSIONOMÉTRICA.....	31
FIGURA 2.18 BARRA CENTRAL	32
FIGURA 2.19 SENSOR INDUCTIVO.....	32
FIGURA 2.20 RESULTADOS DE UNA PRUEBA DE FRENOS.....	34
FIGURA 2.21 PRUEBA OVALIDAD	34
FIGURA 2.22 LOGO DEL ECA	35
FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS INGENIERILES.....	44
FIGURA 4.1 CANTIDAD DE FALLAS DE LOS EQUIPOS DE PISO DEL AÑO 2023.....	47
FIGURA 4.2 CANTIDAD DE FALLAS PORCENTUALES DE LOS EQUIPOS DE PISO.....	47
FIGURA 4.3 CANTIDAD DE FALLA DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL FRENÓMETRO	48
FIGURA 4.4 TOTAL DE HORAS DE PAROS ANUAL DE LOS FRENÓMETROS LIVIANOS EN EL 2023	50
FIGURA 4.5 CANTIDAD DE INSPECCIONES DE VEHÍCULOS EN PROMEDIO POR HORA	51

FIGURA 4.6 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS ANUALMENTE EN 2023..... 53

FIGURA 5.1 HERRAMIENTA DE CONTROL DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS 60

FIGURA 5.2 TOTAL DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS 62

FIGURA 5.3 ORDENES ABIERTAS O CERRADAS POR ESTACIÓN 62

FIGURA 5.4 HISTÓRICO DE CANTIDAD DE FALLAS MES/AÑO 63

FIGURA 5.5 TOTAL DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS EN EL MES DE MAYO 2024 66

FIGURA 5.6 CANTIDAD DE ORDENES DE TRABAJO CERRADAS 67

DEDICATORIA

Este proyecto de graduación se lo dedico a mi familia y amigos, que siempre estuvieron apoyándome de una u otra forma, que sin ellos no estaría donde estoy actualmente. Durante todo el tiempo como estudiante han sido un gran apoyo y siempre han ayudado incondicionalmente, en los momentos más difíciles siempre estuvieron ahí con sus consejos positivos para que continuara, he superado muchas dificultades gracias a ustedes. Este proyecto es un logro tanto mío como de todas las personas que estuvieron pendientes de mi persona para lograr el objetivo como estudiante.

¡Mil gracias!

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por permitirme lograr mis metas, agradecer a mi familia que de una u otra forma siempre me apoyó en mis estudios, agradecer a todos los profesores que hicieron posible mi crecimiento profesional y a la Universidad Central gracias por toda la colaboración brindada, durante el curso lectivo.

EPÍGRAFE

¡Vive cada día como si fuese el último y un día tendrás razón!

El Alquimista
Paulo Coelho.

RESUMEN

Este proyecto se realizó en las estaciones de revisión técnica vehicular de la gran área metropolitana, actualmente la empresa DEKRA Costa Rica S.A es la encargada de brindar el servicio. El proyecto está enfocado en un diseño de un plan de mantenimiento preventivo de frenómetros de liviano.

Se implementaron algunas mejoras en el control de la ejecución de los mantenimientos preventivos, se diseñó una herramienta en Microsoft 365 (Power Apps) que permite visualizar el avance de los mantenimientos preventivos de los frenómetros de liviano por estación, también permite generar un histórico de estos mantenimientos , además se diseñó un manual de mantenimiento preventivo, donde se describe el paso a paso de la rutina de mantenimiento, esto con el fin de mejorar como empresa en los procesos internos y garantizar un servicio de calidad. Garantizar que los equipos estén en buen estado es parte de los requisitos para la obtención de la certificación (ISO/IEC 17020), certificación que es obligatorio tenerla para brindar el servicio de revisión técnica en el país.

Palabras Claves: Definir la situación actual, mejorar el proceso y controlar de una forma más efectiva los mantenimientos preventivos en los frenómetros de liviano.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente, la empresa DEKRA tiene que cumplir con ciertos requisitos para brindar el servicio de revisión técnica en el país, uno de ellos es la acreditación norma ISO/IEC17020, la cual es dada por el ente fiscalizador (ECA), parte de lo que se revisa para cumplir con dicho requisito son los equipos de inspección, deben estar en buenas condiciones, por lo que sería de gran aporte realizar este proyecto. La otra problemática a la que se enfrenta la empresa es que estos equipos tienen muchos años de uso y son de origen alemán, por lo que se dificulta tener un repuesto, de forma inmediata, en el momento que se necesite, por lo que es indispensable que estos equipos reciban un buen mantenimiento preventivo, otro de los desafíos que se presentan, actualmente, es el aumento de vehículos en el país, las instalaciones tienen 23 años de haberse construido, esto implica que la capacidad de las estaciones esté muy limitada por lo que un fallo intermitente o por completo de estos equipos afectaría, de manera directa, el servicio al cliente y la imagen de la empresa. Con esta propuesta se mitigarían esos problemas, que afectan, seriamente, a la empresa en el ámbito económico y servicio al cliente.

¿Como diseñar un plan de mantenimiento preventivo, que permita lograr la acreditación ISO/IEC17020 y mitigar las fallas más frecuentes según histórico del año 2023?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para frenómetros de vehículos livianos que le permita a la empresa alcanzar la acreditación ISO/IEC 17020, mitigar el impacto que puede generar un mal funcionamiento de estos equipos en las estaciones de Revisión Técnica Vehicular de la gran área metropolitana.

1.2.2 Objetivos específicos

1-Gestionar una herramienta digital para llevar un registro adecuado de los mantenimientos preventivos ya ejecutados y a futuros.

2-Implementar una herramienta digital, que permita llevar el correcto registro del históricos de los mantenimientos preventivos ejecutados en los equipos, herramienta que, entre sus funciones principales, sirva de consulta técnica de cualquier necesidad.

3-Implementar un manual de mantenimiento preventivo, mismo documento que sirva de guía para la correcta ejecución de la rutina de mantenimiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen cinco estaciones de revisión técnica vehicular en la gran área metropolitana cada estación es de 6 líneas, 4 líneas usan un frenómetro de vehículos livianos y las otras 2 líneas usan un frenómetro de pesado, estas estaciones reciben la mayor parte de vehículos que se encuentra en el país, un 63% aproximadamente del total de vehículos que se revisa en todo el país por día, por lo que se requiere que estos equipos se mantengan en óptimas condiciones para que puedan operar todo el día sin ningún inconveniente. Para lograr el correcto funcionamiento, se necesita un buen plan de mantenimiento, ya que estos equipos están sometidos a diferentes factores, que pueden afectar su utilidad como lo es el polvo, el agua, la humedad, el desgaste de los rodillos, entre otros. De acuerdo con lo comentado por Adolfo Corrales (jefe del departamento de mantenimiento), estos equipos, históricamente, son los más vulnerables a fallos con respecto a los demás equipos de piso en las estaciones de revisión técnica, según el histórico de fallas del año 2023, de un total de 227 fallas que han detectado los equipos de piso, los frenómetros livianos representaron un 27% siendo el más alto en comparación con los demás equipos, por lo que es muy importante diseñar un plan de mantenimiento preventivo, que permita tener un mejor control y homogeneidad en las estaciones, donde se va a implementar dicho proyecto.

Este plan de mantenimiento preventivo permite tener los equipos en buen estado, lo que le permitiría además alcanzar la acreditación ISO/IEC 17020 y, a su vez, dar un servicio confiable a los usuarios, que lo utilizan.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Antecedentes nacionales

- Kevin (2016), hizo un Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en las técnicas de Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Metodología Cinco Eses (5S) en la planta productiva de Grupo Espartaco: Escuela de Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Tecnológico de Costa Rica. El objetivo del estudio radicaba en disminuir los tiempos de intervención de mantenimiento, para así incrementar la disponibilidad de las máquinas, así como también aumentar el espacio disponible en el área productiva. Con la implementación de este Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total se logró una mayor disponibilidad de la maquinaria utilizada en la planta productiva de Grupo Espartaco, se redujeron los tiempos de intervención de los equipos, se diseñaron manuales de mantenimiento autónomo para una futura implementación. La eficiencia general de las máquinas aumentó un 24 %.
- Omar (2015) creó un Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos más críticos de las plantas FAS: Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Tecnológico de Costa Rica. El objetivo, inicialmente, era diseñar un método de control de pérdidas basado en el modelo de 16 grandes de éstas , mediante un registro de los tiempos muertos, con el fin de estimar un índice de desempeño del equipo en los aspectos de disponibilidad, rendimiento y calidad. Para lograr lo propuesto, elaboró un análisis de fallas en los equipos seleccionarlos, con mayor criticidad, para diseñar los instructivos o manuales de mantenimiento preventivo y autónomo, para realizar trabajos de calidad sobredichos equipos y propiciar las condiciones idóneas para que desempeñen correctamente sus funciones.
- Alcides (2015) Diseño del Programa de Lubricación de los equipos de inspección vehicular de la empresa RITEVE SyC: Universidad Central de Costa Rica,

Ingeniería en Electromecánica. El objetivo central es el diseño y la implementación de dichos programas de lubricación. Mediante este trabajo, determinó las características del proceso y los aspectos mecánicos de los equipos fijos de inspección. Con el desarrollo de este proyecto, logró el diseño y establecimiento de un procedimiento normalizado de las actividades de lubricación en la estación de Heredia, basadas en las mejores prácticas de lubricación de clase mundial. Además, logró generar el interés por parte de los colaboradores de mantenimiento hacia el tema de la lubricación, la prolongación de la vida útil de los equipos de inspección, establecer un mecanismo de seguimiento del programa de lubricación, mediante un “check list” de los aspectos más importantes que contiene en sus puntos de revisión las partes más sensibles a la lubricación, además al tener un listado de todos estos aspectos, minimiza el riesgo de dejar algún elemento sin el mantenimiento correspondiente.

- José (2018), Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento basado en la confiabilidad para los equipos más críticos de Litografía Moravia S.A., que permita una mejora del departamento de mantenimiento y una disminución de los costos asociados con paros productivos: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electromecánica. Como metodología, hizo una evaluación del estado actual de la empresa por medio de la Norma COVENIN 2500-93, con lo que se pudo determinar el estado actual del departamento de mantenimiento, además se utilizó el Método Semicuantitativo para jerarquizar los equipos, a través del riesgo (CTR, por sus siglas Criticidad Total por Riesgo). Mediante la Norma COVENIN 2500-93, logró llevar a cabo una reestructuración, definiendo objetivos, misión, visión y documentación de mantenimiento, que permitirán incrementar la evaluación del 28% obtenido en la auditoría y con ello mejorar el departamento. Se identificaron los equipos críticos de la empresa, y se elaboraron las diferentes estrategias propuestas en el proyecto de las prensas de impresión, definiendo recursos y presupuesto requeridos. El plan de mantenimiento elaborado por el RCM permitió aumentar entre un 5 % y 10 % la disponibilidad de los activos críticos de la empresa y se redujeron las horas de paro en un 60 %, durante el período de

estudio. Diseñó un sistema de indicadores, que permiten la evaluación y control del mantenimiento, por medio de la toma de datos reales y, de esta forma, evaluar la eficiencia y el costo del departamento.

- Víctor (2016), Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para el taller de la empresa Metal Gypsum CR S.A. Escuela de Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Para desarrollar este proyecto, realizó la selección de los equipos según la importancia del proceso, tiempo de operación, cantidad de material producido, gravedad de las fallas, tendencia y urgencia de éstas . Con esto se eligen 5 máquinas críticas del proceso de producción. Con este trabajo logró aplicar un manual de mantenimiento preventivo, la disponibilidad futura de la máquina aumenta, porque se estaría dando mantenimiento constante en la máquina y las fallas funcionales son eliminadas. Además, consiguió que personal de operación de la planta se haya involucrado en los procesos de toma de decisiones y realización de mantenimiento, mejoró su organización y recolección de datos, mediante nuevas prácticas y documentación de mantenimiento.

1.4.2 Antecedentes internacionales

- Harol (2022), creó un plan de mantenimiento para el frenómetro de motocicletas, ubicado en el centro de diagnósticos automotor CDA CERMOTOS. En la Fundación Universidad de América, Facultad de Ingeniería, Bogotá Colombia. Las conclusiones de esta investigación se basaron en la caracterización del equipo, que permite identificar y consolidar las fallas funcionales como punto de partida para la consecución de los modos de falla y sus efectos. Estos elementos son determinantes para establecer las actividades de mantenimiento. Con este plan de mantenimiento se garantiza que el frenómetro cuente con un plan de mantenimiento adecuado para sus sistemas mecánicos, eléctricos y estructurales, obteniendo así una buena funcionabilidad del equipo que represente un aumento en la disponibilidad de éste .La implementación del plan de mantenimiento

impacta, favorablemente, los costos asociados con el mantenimiento del equipo, al reducir el número de paradas de éste. .

- Heyne (2022), Diseño del programa de mantenimiento preventivo para los equipos del Centro de Diagnóstico Automotriz Hangares S.A.S Universitaria Pascual Bravo, Facultad de Ingeniería Tecnología Mecánica Industrial, Medellín. Con conclusiones de este trabajo lo que se busca es cómo mejorar la eficiencia de los procesos operativos, mediante el plan de mantenimiento del CDA Hangares S. A.S. Lo primero que hizo el desarrollador de la tesis, fue buscar información sobre técnicas de mantenimiento, tipos de mantenimiento, ventajas y desventajas de cada uno, luego hablar con el personal que opera las máquinas, sobre el tipo de fallas frecuentes de las máquinas, cómo lo registran esas fallas y clasifican dichas intervenciones, que pueden ser mecánicas, eléctricas o de control .Con la implementación de un plan de mantenimiento se busca reducir las intervenciones correctivas, bajar los gastos en reparaciones y materiales, aumentar la disponibilidad de los activos, por lo que se mejorará la rentabilidad en la producción; reducir costos por reemplazo de equipos, porque se ampliará la vida útil de los activos; reducir costos derivados de la suspensión del servicio; reducir riesgos de accidentes laborales relacionados con fallos en equipos y aumentar la eficiencia del área de mantenimiento.
- Fabio (2021), desarrolló una planificación de mantenimiento preventivo en el sistema de freno Alstom, en la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú. El objetivo de su investigación fue establecer una nueva planificación de mantenimiento preventivo. Para lograrlo, se hizo un estudio usando la técnica de observación para verificar el cambio de discos y pastillas de freno, además, una revisión documental para revisar las frecuencias de cambio de disco y pastilla de freno en estas maquinarias. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, la cual busca incrementar la confiabilidad en las maquinarias, para ello se aplicó un diseño de investigación pre-experimental, con lo que llegó a un diagnóstico de la criticidad de las maquinarias, logrando una

confiabilidad del 94% en estos equipos. Para los resultados, se utilizó el método de triangulación de datos y el análisis nomotético, se usaron las técnicas de entrevista y de observación, así como la revisión documentaria.

- Cristian (2023), planteó una Propuesta de Plan de Mantenimiento para los activos encargados de medir fuerzas de frenado en líneas de vehículos pesados y livianos del Centro de Diagnóstico Automotriz CDA IVESUR. Facultad de Ingenierías Departamento Mecatrónica y Electromecánica, Medellín, Colombia. En el objetivo alcanzado con la implementación del plan de mantenimiento propuesto, se logra evidenciar una disminución del 80% de las paradas no programadas en comparación con el año 2022. Para lograr estos resultados se emplea una metodología de seguimiento, que incluye una investigación exhaustiva de las actividades realizadas en los frenómetros en los últimos años. Además, lleva a cabo una encuesta informativa dirigida al personal gerencial, administrativo y operativo, con el objetivo de recopilar información de primera mano sobre los procesos y la ejecución de mantenimiento, desde el área correspondiente. Con estos datos se desarrolla un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, el cual permite establecer protocolos de intervención, planificar la ejecución de los activos y establecer relaciones de causa y efecto en relación con los tipos de reparaciones llevadas a cabo hasta la fecha. De esta manera, logra, a través de toda la investigación, garantizar un mantenimiento eficiente y adecuado para los frenómetros, contribuyendo así a la mejora de los procesos de revisión técnico-mecánica en el CDA IVESUR.
- Ángel (2018), creó un Programa de Mantenimiento Autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una Planta de Revisiones Técnicas Vehiculares en la provincia de Huarochirí. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía Universidad Nacional del Callao, Perú. En esta investigación se generó un estudio de tipo aplicado y de alcance descriptivo correlacional, que corresponde a un diseño pre-experimental de tipo longitudinal. Con la implementación de un programa de mantenimiento autónomo logró mejorar

la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí. Con la evaluación al sistema de gestión de mantenimiento, le permitió desarrollar un programa de mantenimiento acorde con la realidad de una planta de revisiones técnicas, y que permita aumentar la disponibilidad de los equipos. La selección de una estrategia de mantenimiento adecuada pudo aumentar la eficiencia de los equipos en la planta de revisiones técnicas vehiculares mejorando la atención al cliente, en cuanto al menor tiempo de espera, para su revisión técnica y disminuyendo los tiempos de parada en los equipos.

1.5 PROYECCIONES

Con el desarrollo esta investigación se desea obtener lo siguiente:

Uno de los requisitos para lograr la acreditación ISO/IEC17020: De acuerdo con lo que indica la norma, ver anexo 1, la empresa debe garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados para la inspección de los vehículos.

Mitigar los fallos de estos equipos: Con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo se reducirán las intervenciones en los equipos, lo que alargaría su vida útil.

Rutina del mantenimiento de los equipos: Teniendo claro el mantenimiento preventivo que se debe dar a los equipos, se deben registrar los mantenimientos dados y futuros mantenimientos para un mejor control.

1.5.1 Alcances

Este trabajo se hará en las estaciones de Revisión Técnica en la gran área metropolitana, en total son 5 estaciones, las cuales se ubican en: Barreal de Heredia, Santo Domingo de Heredia, el Guarco de Cartago, San Felipe de Alajuelita y el Coyol de Alajuela, actualmente la empresa DEKRA Costa Rica S.A es la que brinda el servicio de revisión técnica en el país. Lo que se desea lograr con este diseño de un plan de mantenimiento preventivo específicamente para los frenómetros de vehículos livianos, que se encuentran en estas estaciones es mitigar los fallos más comunes y reducir los mantenimientos correctivos, que presentan estos equipos, alargar la vida útil de los mismos y lograr la acreditación ISO/IEC17020 que, actualmente, se encuentra en proceso de implementación en la empresa.

1.5.2 Limitaciones

No se cuenta con información sobre costos de mantenimiento correctivos de los equipos y repuestos por confidencialidad de la empresa, La empresa no autoriza divulgar la información interna en Internet . No se verá la parte del software de los equipos, sólo se enfocará en el mantenimiento preventivo de los componentes electromecánicos del frenómetro de liviano.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el capítulo II se describen las herramientas ingenieriles, que se utilizarán para determinar la problemática actual, sus causas y posibles soluciones.

Se menciona la información de la empresa, donde se realizará este trabajo más relevante, en cuanto a su ubicación geográfica, misión, visión, organigrama organizacional, cantidad de personal, servicios que brinda, entre otros.

Se describe qué es el mantenimiento preventivo, beneficios, características y otros mantenimientos que se dan en la industria.

Se brinda una breve descripción del equipo, en cual se está implementando este plan de mantenimiento preventivo, las partes que lo componen y su rutina de mantenimiento.

Se da una breve descripción del Ente Acreditador, que certifica parte de la calidad del servicio, así como de la norma ISO/IEC 17020.

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES UTILIZADAS

2.1.1 Lluvia de ideas

Es una herramienta de trabajo grupal, que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o situación determinados, que ayudan a brindar una visión macro en tratamiento al planteamiento a la situación actual, a modo de ejemplo en la Figura 2.1 se puede visualizar el planteamiento de problema que se titula Nuevo sitio de afiliado, de ahí salen varias preguntas, que sirven de guía para recopilar ideas, que ayuden a mejorar la situación planteada.

Figura 2.1

Lluvia de ideas



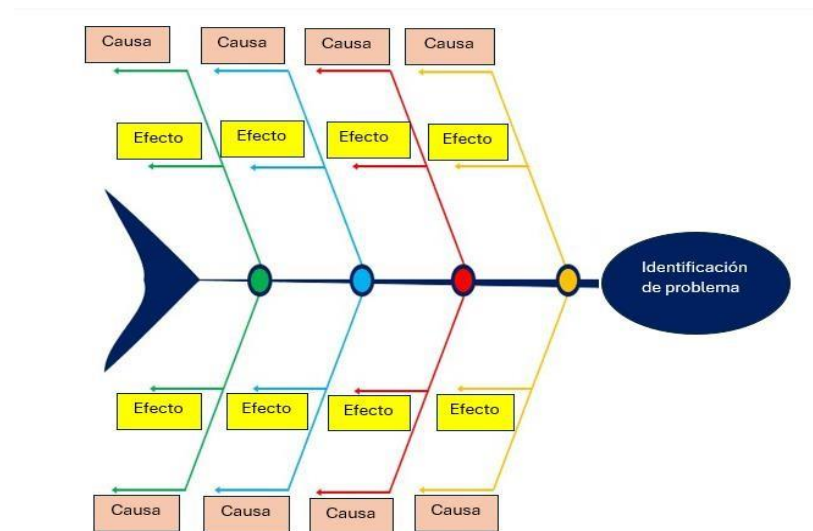
Fuente: Pizarra online de IA, 2023

2.1.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de espina de pescado o diagrama causa y efecto) Su fin es organizar racionalmente el análisis de un problema prioritario en diferentes tipos de procesos. Ver Figura 2.2 de un diagrama de Ishikawa. Con esta herramienta se busca definir el problema actual, posteriormente sus causas, para dar soluciones acordes con la situación actual.

Figura 2.2

Diagrama de Ishikawa



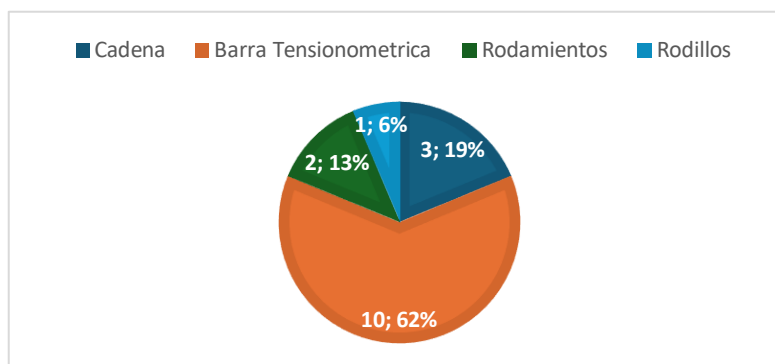
Fuente: Diseño Propio, 2024.

2.1.3 Gráfico de pastel

La gráfica circular o gráfica de pastel es un recurso estadístico, que se utiliza para representar porcentajes y proporciones. El número de elementos comparados dentro de una gráfica circular suele ser de más de cuatro. A modo de ejemplo en el Figura 2.3 se puede visualizar que la barra tensionométrica es la que mayor cantidad de fallas ha tenido, según histórico del año 2023.

Figura 2.3

Cantidad de fallas por componente en el 2023



Fuente: Diseño Propio, Víctor Vargas, 2024.

2.1.4 Análisis de causa raíz

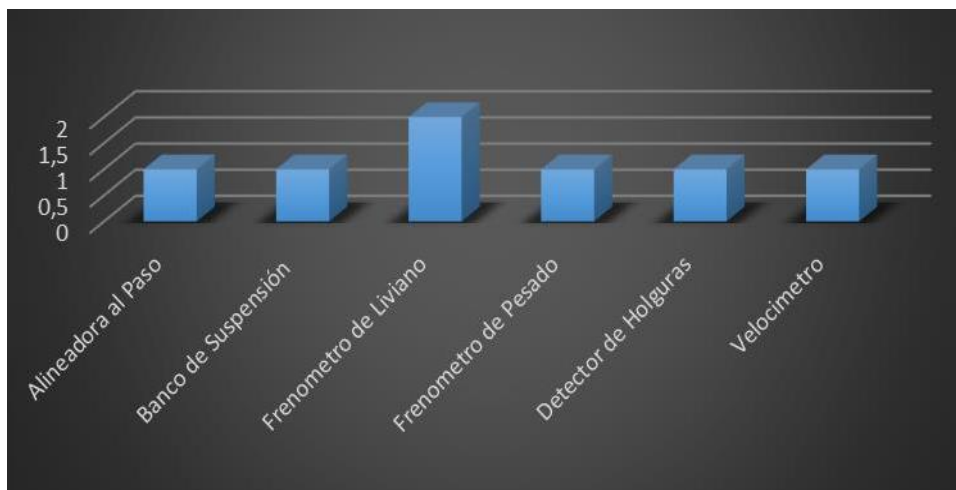
Es un método para la resolución de problemas, que intenta evitar la recurrencia de un problema o defecto a través de identificar el problema, reunir datos, determinar las causas raíz para después tomar acciones. Esta información se recopilará de la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa mencionados antes. .

2.1.5 Gráfico de barras

Un diagrama de barras, gráfico de barras o gráfico de columnas es una forma de representar gráficamente un conjunto de datos o valores, mediante barras rectangulares de longitud proporcional a los valores representados. A modo de ejemplo, con este gráfico se representan los fallos de los equipos de medición de piso utilizados en las estaciones de revisión técnica en la gran área metropolitana. Ver Figura 2.4.

Figura 2.4

Fallas de los equipos en el año 2023



Fuente: Departamento de mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Actualmente, el servicio de revisión técnica vehicular está a cargo de la empresa alemana DEKRA Costa Rica S.A., para el desarrollo de esta investigación se usarán las cinco estaciones, que se ubican en la gran área metropolitana.

Figura 2.5

Oficinas Centrales Barreal de Heredia



2.2.1 Visión

"La visión de la empresa DEKRA Costa Rica S.A es convertirnos en el socio global para un mundo seguro y sostenible " (DEKRA Costa Rica S.A., 2024).

2.2.2 Misión

La misión es "Garantizamos seguridad, protección y sostenibilidad". (DEKRA Costa Rica S.A. 2024)

2.2.3 Antecedentes históricos

Las estaciones de revisión técnica se construyeron hace 22 años aproximadamente, antes estaban administradas por la empresa RITEVE SyC, a mediados del año 2022 pasaron a ser propiedad del Estado , el Cosevi quedó como ente responsable de dichas instalaciones, quien, en la actualidad, a través de una licitación pública, en uso precario, se asignaron a la empresa alemana DEKRA, esta compañía tiene 1 año y 8 meses de prestar el servicio de revisión técnica en Costa Rica, esta empresa se fundó en el año 1925, su objetivo principal es garantizar la seguridad vial en conexión con el rápido desarrollo de la movilidad, ahora DEKRA es sinónimo de seguridad en la carretera, en

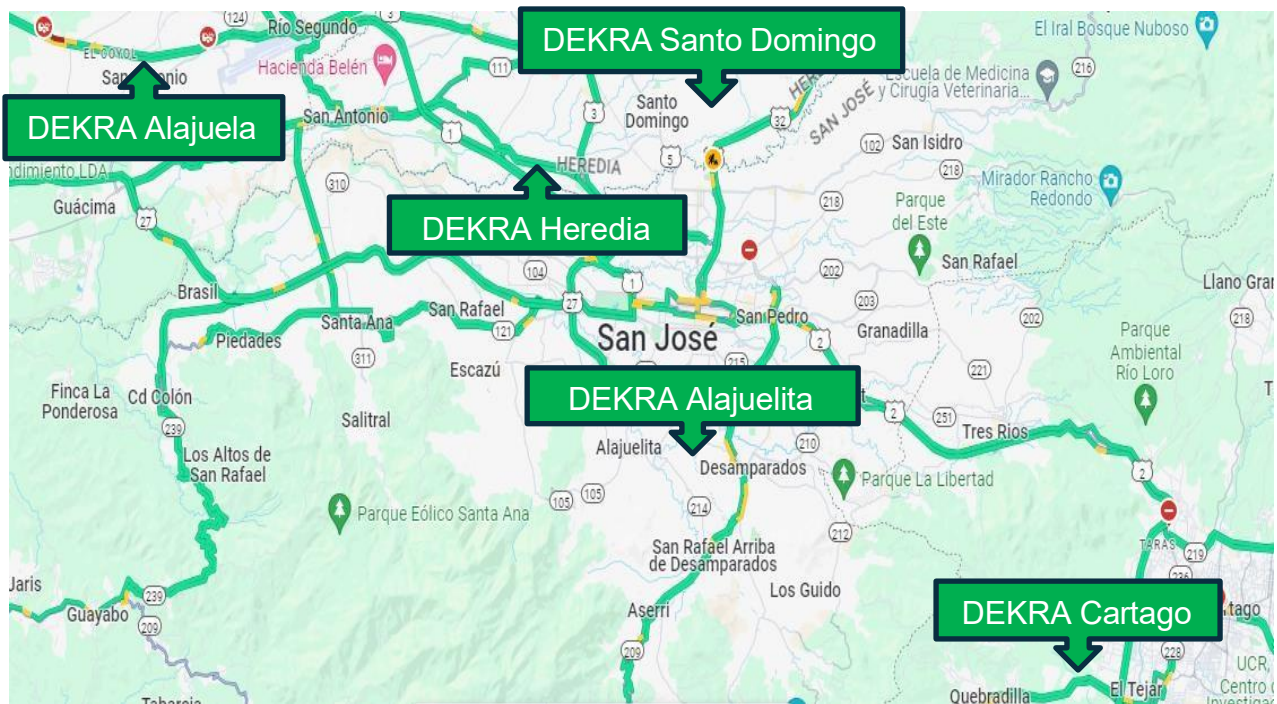
el trabajo y en el hogar, y ofrece una amplia cartera de servicios, incluidos servicios de expertos cualificados e independientes en 60 países, la antigua empresa contaba con un plan de mantenimiento preventivo en estos equipos, con la llegada de esta empresa, el departamento de mantenimiento creó un diseño similar al antes mencionado, sin embargo, se ha encontrado con la problemática que los frenómetros de vehículos livianos, es uno de los equipos que más tiende a presentar fallos de funcionamiento, por lo que se requiere establecer un plan de mantenimiento bien detallado y que se pueda controlar en el tiempo para estos equipos.

2.2.4 Ubicación geográfica

Las estaciones donde se desea desarrollar la investigación, se ubican en: Barreal de Heredia, 100 m este de la Gasolinera Uno, Barreal, Ulloa, Santo Domingo de Heredia, 4 km al norte del Restaurante, La Casa de Doña Lela, San Miguel, el Guarco de Cartago, 250 m oeste del Restaurante El Quijongo, El Tejar, San Felipe de Alajuelita, Barrio La Aurora, y el Coyol de Alajuela, 1 km al oeste de la Planta de Dos Pinos. Ver Figura 2.6 Mapa Satelital de la ubicación de cada estación de DEKRA.

Figura 2.6

Mapa Satelital (estaciones de la GAM)



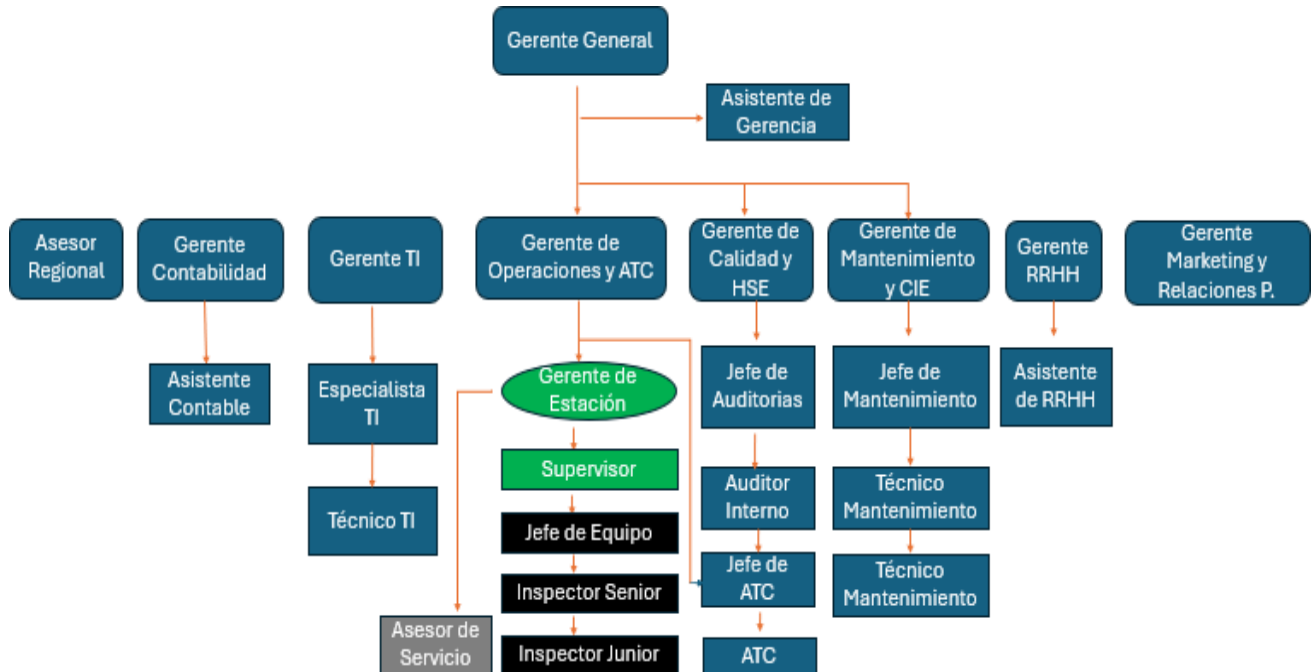
Fuente: Google Maps, Mapa 2024.

2.2.5 Estructura organizacional

El organigrama de la toda empresa está compuesto por un gerente general, un asistente de gerencia general, luego están los gerentes de cada departamento, el cual cuenta con subalternos de área, la gerencia de operaciones es la más grande de todas las gerencias, cada sede tiene un gerente de estación, ése tiene a cargo el personal administrativo y los técnicos de línea, en la Figura 2.7 se muestra la estructura completa.

Figura 2.7

Organigrama General Dekra Costa Rica S.A



Fuente: RRHH, DEKRA Costa Rica S. A., 2024.

Funciones generales de cada puesto de las sucursales.

A) Gerente de estación: Se encarga de la administración total de la sede.

B) Supervisor: Es responsable del personal a cargo, atención de clientes y cumplimiento metas de producción.

C) Jefe de Equipo: Es responsable de la papelería de seguridad, entrega de resultados y velar por la calidad de las inspecciones.

D) Inspector Senior: Es responsable de llevar a cabo la revisión de los bajos del vehículo, prueba de sonido, prueba de opacidad, gases, visual interna, visual externa, regloscopio y frenos.

E) Inspector Junior: Responsable de hacer la visual externa e interna del vehículo, prueba de alineado, banco de suspensión, regloscopio y frenos.

F) Asesor de servicio: Encargado de ingresar la información del vehículo al sistema y cobro del servicio.

2.2.6 Cantidad de empleados.

La cantidad de empleados en las estaciones de la Gran Área Metropolitana son: Ver tabla 2.1.

Tabla 2.1

Cantidad de empleados por área

Puesto o Área	Cantidad
Gerentes de estación	5
Supervisores	10
Jefes de equipo	60
Inspector senior	50
Inspector Junior	74
Asesora de servicio	35
Total	234

Fuente: RR.HH. DEKRA Costa Rica S. A., 2024.

2.2.7 Tipos de productos

La empresa brinda diferentes servicios a los usuarios, divididos en varias categorías: revisión periódica, revisiones no periódicas, ITV en campo y ITV de vehículos en primer nivel de comercialización, de lo cual se definen a continuación:

- ◆ **Revisión Periódica:** Es la revisión anual o semestral, según su uso que presta el vehículo que debe realizar para circular en carretera, según lo establecido en el decreto 30184-MOPT, su convocatoria será de acuerdo con el último dígito de placa.

- ◆ **Revisión no Periódica:** Estos servicios pueden ser solicitados por el cliente en cualquier momento, sin que exista una convocatoria oficial y adicionalmente la TIVE no indica fecha de validez, de las cuales podemos mencionar las siguientes:
- ◆ **Revisión de Inscripción:** Requisito para inscribir el vehículo de primer ingreso al país ante el Registro Nacional de la Propiedad. También se requiere para reinscribir un vehículo desinscrito.
- ◆ **Revisión Voluntaria:** A solicitud del cliente, se hace una inspección con los criterios oficiales. No obstante, el resultado de una voluntaria no implica ninguna afectación a los resultados previamente obtenidos en la inspección oficial ni a su vigencia.
- ◆ **Revisión de cambio de características o uso:** Requisito para inscribir un cambio de características de un vehículo ya inscrito.
- ◆ **Revisión por duplicado:** Requisito para la reposición de documentos de RTV. El resultado de esta inspección no implica ninguna afectación a los resultados previamente obtenidos en la inspección oficial ni a su vigencia. Este servicio se otorga, cuando el vehículo tiene una inspección vigente y solicita la reposición de la TIVE o el marchamo.
- ◆ **Previa a Nacionalización (IPN):** Requisito para la nacionalización de un vehículo usado de importación.
- ◆ **Actualización de datos:** Servicio a través del cual se actualiza el número de matrícula, para los vehículos que tienen una inspección de inscripción.
- ◆ **Inspección Técnica Vehicular (ITV) en campo:** Este tipo de inspecciones se lleva a cabo en casos especiales, dado que el vehículo es incompatible con las líneas de inspección, puesto que no es un vehículo diseñado para circular en vías públicas.
- ◆ **ITV de vehículos en primer nivel de comercialización:** Estas inspecciones son especiales y se elaboran con base en lo establecido en el decreto N° 30751-MOPT.

2.2.8 Mercado de exportación.

La empresa no cuenta con un mercado de exportación de ningún tipo en el área de la revisión técnica en el país.

2.2.9 Descripción general del proceso productivo.

La empresa brinda el servicio de revisión técnica vehicular, desde el pasado 28 de octubre de 2022, el proceso para obtener la revisión técnica conlleva los siguientes pasos.

Paso 1: Sacar cita previa para la inspección, la cual se puede solicitar a través del Call Center o la página web www.dekra.cr.

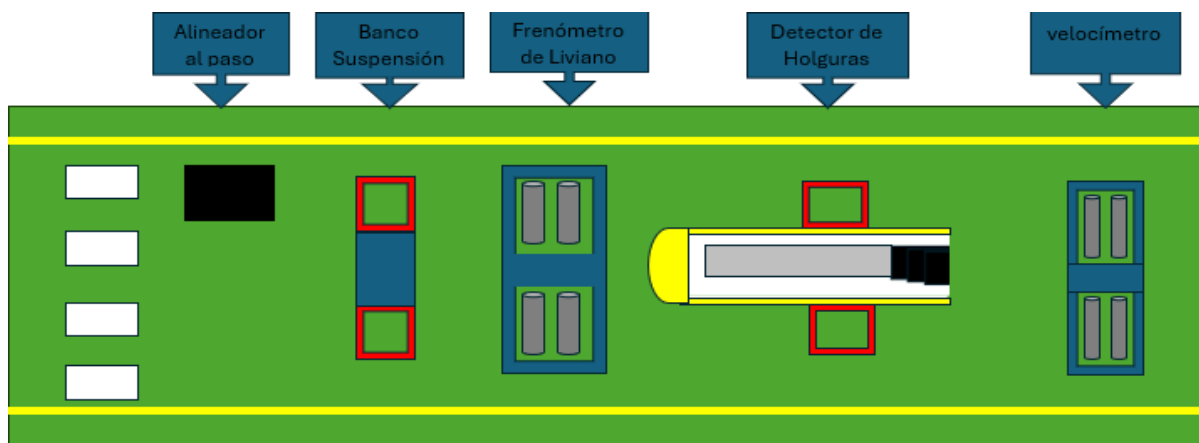
Paso 2: Presentarse en la sede, calcular la facturación del vehículo.

Paso 3: Ingresar a la línea asignada por el asesor, ahí el técnico le hace la inspección del vehículo.

En el siguiente esquema se visualiza el Proceso de Revisión Técnica en la línea de inspección.

Figura 2.8

Esquema del proceso de revisión técnica en una línea de inspección



Fuente: Diseño propio de una estación de Revisión Técnica.

A continuación, se detalla la función de cada uno de los equipos de piso de una línea de inspección.

- **Alineador al paso:** Mide la deriva o desviación lateral del sistema dirección del vehículo.

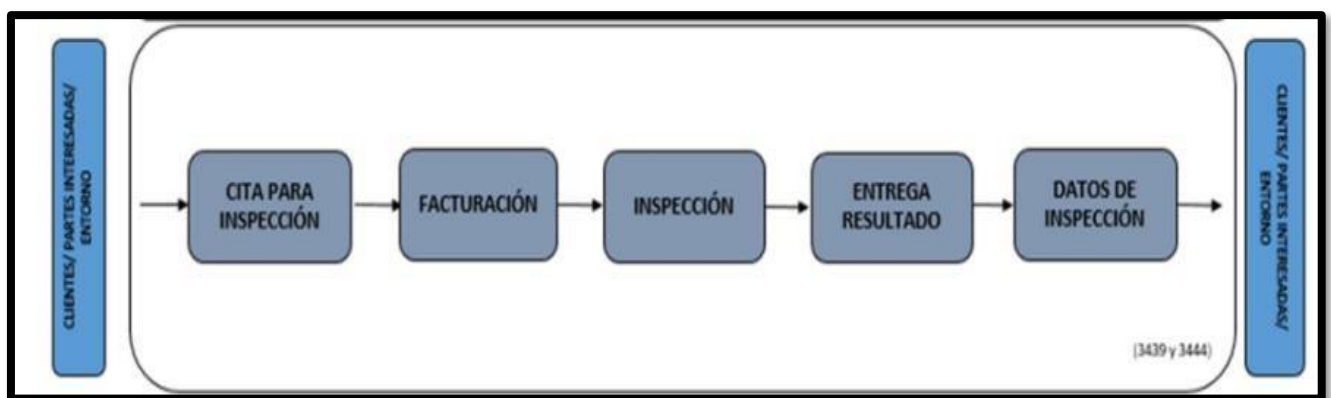
- **Banco Suspensión:** Mide la eficacia del sistema de suspensión y registra el peso en kg del vehículo.
- **Frenómetro:** Mide la eficacia de frenado y el desequilibrio de frenado en un mismo del sistema de frenos del vehículo.
- **Detector de Holguras:** Se revisan los bajos del vehículo (suspensión, dirección, motor, llantas, transmisión, entre otros).
- **Velocímetro:** Se verifica la tarifa aprobada por ARESEP a los taxis, esto mediante un recorrido de una distancia X dependiendo de la categoría del vehículo.

Paso 4: Una vez finalizadas las pruebas el jefe de equipo, le explica los resultados de las pruebas realizadas.

Paso 5: Se hace la entrega de la tarjeta de revisión técnica con toda la información de las pruebas llevadas a cabo y se retira de la estación. Ver Figura 2.9

Figura 2.9

Mapa de procesos Dekra Costa Rica S.A, 2024



Fuente: Departamento de Calidad (DEKRA Costa Rica S.A, 2024)

2.3 Mantenimiento de los Equipos.

A continuación, se presenta una breve definición de algunos tipos de mantenimientos, ventajas, desventajas y características se ejecutan en el ámbito de la industria.

2.3.1 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo electromecánico es el conjunto de actividades que se da, periódicamente, para evitar daños y averías en los equipos.

El principal objetivo del mantenimiento es mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que éstas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, entre otros.

Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y llevar a cabo las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se reducen los mantenimientos correctivos. A modo de ejemplo, se puede observar en la Figura 2.10 el mantenimiento preventivo que se le debe dar a la cadena, que transmite la fuerza del motor de un rodillo a otro.

Figura 2.10

Ajuste de cadena



Fuente: Frenómetro Liviano, DEKRA Costa Rica S.A

Beneficios de un correcto mantenimiento preventivo:

- **Reducción de Costos Operativos:** El Mantenimiento Preventivo permite identificar y abordar problemas potenciales, antes de que se conviertan en fallas críticas. Esto reduce la necesidad de costosas reparaciones de emergencia y minimiza el tiempo de inactividad no planificado.
- **Prolongación de la Vida Útil:** La realización constante de inspecciones, limpiezas y ajustes garantiza que los equipos funcionen en condiciones óptimas. Esto reduce el desgaste y la fatiga de los componentes, lo que a su vez prolonga la vida útil de los equipos.
- **Mayor Disponibilidad y Fiabilidad:** El Mantenimiento Preventivo aborda los problemas antes de que se conviertan en obstáculos para la operación. Esto aumenta la disponibilidad de los equipos y sistemas, puesto que se reduce la probabilidad de fallos inesperados.
- **Planificación Eficiente de Recursos:** Al programar tareas de mantenimiento con antelación, las organizaciones pueden planificar la asignación de recursos, de manera más efectiva.
- **Mejora de la Seguridad:** El Mantenimiento Preventivo no sólo se enfoca en la eficiencia operativa, sino también en la seguridad. Al asegurarse de que los equipos cumplan con los estándares de seguridad y funcionen correctamente, se reducen los riesgos de accidentes laborales y situaciones peligrosas.
- **Cumplimiento Normativo:** El Mantenimiento Preventivo garantiza que las organizaciones cumplan con estos requisitos legales, evitando multas y sanciones.
- **Aumento la Eficiencia Operativa:** El Mantenimiento Preventivo asegura que los equipos operen a su máxima eficiencia. Esto tiene un impacto positivo en la productividad general de la organización.

Características del Mantenimiento Preventivo:

- Se da a equipos, que se encuentran operando correctamente.
- Considera el historial de fallas de los equipos.

- El mantenimiento se programa en los momentos oportunos de baja producción de la empresa.
- Permite llevar un historial para un mejor control de los equipos.
- Se efectúa sobre actividades previamente definidas, listados específicos.
- Los tiempos de la realización de las actividades son estandarizados.

2.3.2 Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento se genera luego de que ocurra un fallo o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo. El mantenimiento correctivo aborda las fallas de manera inmediata y tiene como objetivo minimizar los efectos negativos en la producción o las operaciones.

Desventajas:

- Tiempo de inactividad no planificado,
- Posible impacto en la producción o servicios.
- Mayor riesgo de daños adicionales si no se toman medidas rápidas y adecuadas. A modo de ejemplo, se puede mostrar en la Figura 2.11 el daño que presenta la ballesta, en este caso lo que procede es un mantenimiento correctivo, ya que por la función que hace esa ballesta quebrada no da otra alternativa que cambiarla. En la Figura 2.12 se puede mostrar una ballesta en buen estado de funcionamiento.

Figura 2.11

Ballesta quebrada



Figura 2.12

Ballesta en buen estado



Fuente: Banco Suspensión DEKRA Costa Rica S.A

En la industria se pueden mencionar otros tipos mantenimientos implementados en muchas empresas, los cuales no se van a detallar en este trabajo como lo son:

- Mantenimiento productivo total.
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
- Mantenimiento Planificado.
- Mantenimiento basado en el riesgo.

- Mantenimiento Basado en la Optimización.

2.4 Detalles generales del equipo intervenir

A continuación, se realizará una descripción de qué es un frenómetro de vehículo liviano, elementos que lo componen, detalles generales de sus funciones, además una breve descripción del ente acreditador, que certifica la calidad del servicio y la norma que está asociada con esta certificación.

2.4.1 Definición de un frenómetro Liviano (IW 2)

El frenómetro es un equipo electromecánico que sirve para determinar la eficacia de frenado del sistema de frenos de un vehículo, el desequilibrio de frenado en un mismo eje, además permite medir la ovalidad del sistema de frenos y la existencia de fuerzas de frenado en ausencia del accionamiento del pedal de frenos de los distintos. En la Tabla 2.2, se pueden observar algunas características técnicas de equipo.

Tabla 2.2

Características de un frenómetro de liviano tipo IW2

Frenómetro IW 2	EURO-PROFI	EURO
Juego de rodillos	Nr. 2	Nr. 2
Carga por eje (transitable)	3,5 t	4,0 t
Potencia de motores	2 x 3 kW	2 x 4 kW
Velocidad de prueba		5 km/h
Rango de medición		0 – 8 kN

Fuente: Manual del fabricante MAHA Número BAE10101-es.

En la tabla 2.2 se muestran las características de un frenómetro de liviano tipo IW2, las cuales se describen a continuación:

Nr 2: Cantidad de Juego de rodillos.

4.0 t: Capacidad de peso por eje en toneladas.

2X4 KW: Dos motores de 4 kilowatts cada uno.

5KM/H: Velocidad lineal de los rodillos.

0-8KN: Rango de medición que permite el equipo en kilo newton.

2.5 Elementos que componen un Frenómetro de vehículo liviano.

A continuación, se detallan los componentes que conforman un frenómetro liviano.

2.5.1 Rodillos

Son de forma cilíndrica de metal revestido por una capa de cinco milímetros formada de una resina y mezclada con fragmentos de piedra, este recubrimiento áspero lo que evita es que las ruedas del vehículo pierdan adherencia al frenar. Ver Figura 2.13.

Figura 2.13

Rodillos de frenómetro



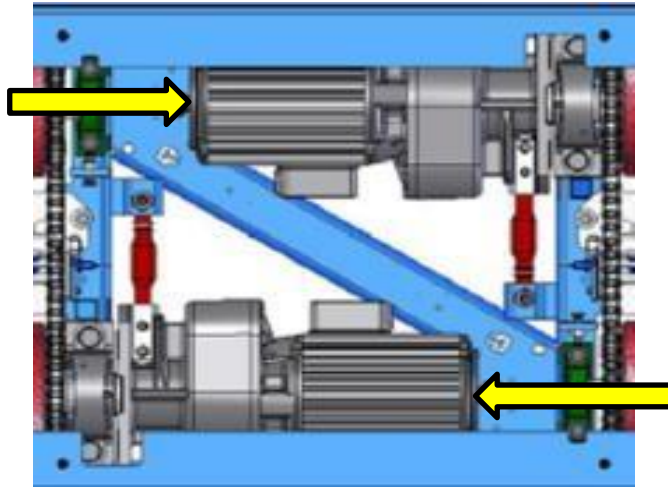
Fuente: Frenómetro Liviano, DEKRA Costa Rica S.A

2.5.2 Motorreductor.

Se conoce como motorreductor a una máquina muy compacta, que combina un reductor de velocidad y un motor. Éstos van unidos en una sola pieza y se usan para reducir la velocidad y aumentar el torque de salida, de forma automática. Ver Figura 2.14 señalado con las flechas amarillas.

Figura 2.14

Motorreductor



Fuente: Manual del fabricante MAHA Número BAE10101-es.

2.5.3 Cadenas.

Transmite la energía mecánica de un rodillo a otro. Ver Figura 2.15

Figura 2.15

Cadena



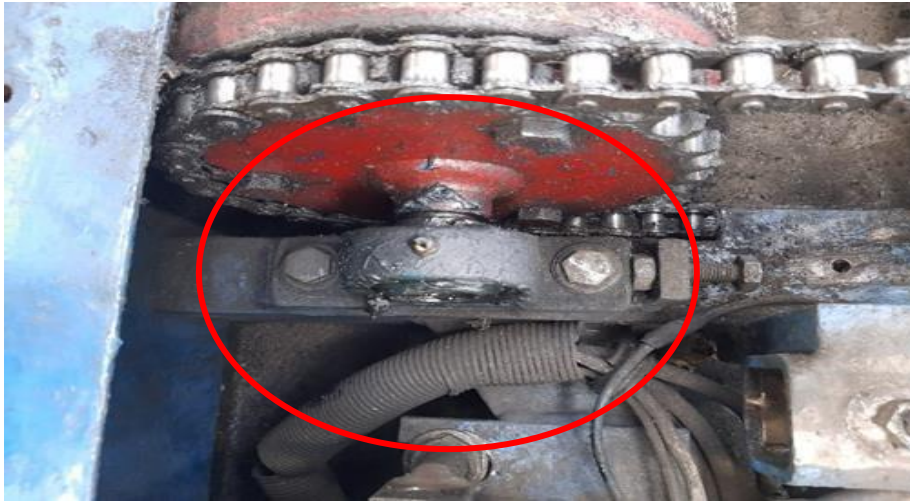
Fuente: Frenómetro Liviano, DEKRA Costa Rica S.A

2.5.4 Muñoneras y Rodamientos.

Permiten el montaje y giro de los rodillos y motorreductores. Ver Figura 2.16 encerrada en el círculo rojo.

Figura 2.16

Muñoneras y rodamiento interno



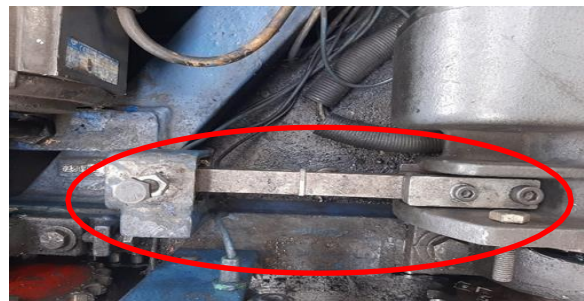
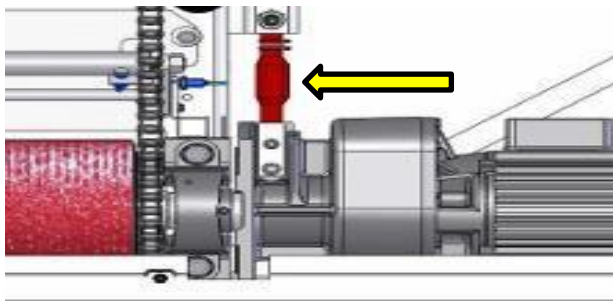
Fuente: Frenómetro Liviano, DEKRA Costa Rica S.A

2.5.5 Barra Tensionométrica.

Al someterse a una fuerza de frenado, ésta experimenta una carga de trabajo, la cual a través del software instalado en la computadora permite dar a conocer cuál es la capacidad de frenado del vehículo en Newton. Ver Figura 2.17 señalado por la flecha amarilla en la del lado izquierdo y con elipse roja la del lado derecho.

Figura 2.17

Barra tensionométrica



Fuente: Manual del fabricante MAHA Número BAE10101-es. Frenómetro Liviano, DEKRA Costa Rica S.A

2.5.6 Barra Central.

Esta barra se encuentra en el centro de los rodillos, su función principal es indicarle al equipo que existe un vehículo para iniciar la prueba y, a través de un sensor, como se

verá más adelante, emite la señal necesaria al equipo para iniciar la prueba. Ver Figura 2.18 señalada con la fecha roja.

Figura 2.18

Barra central



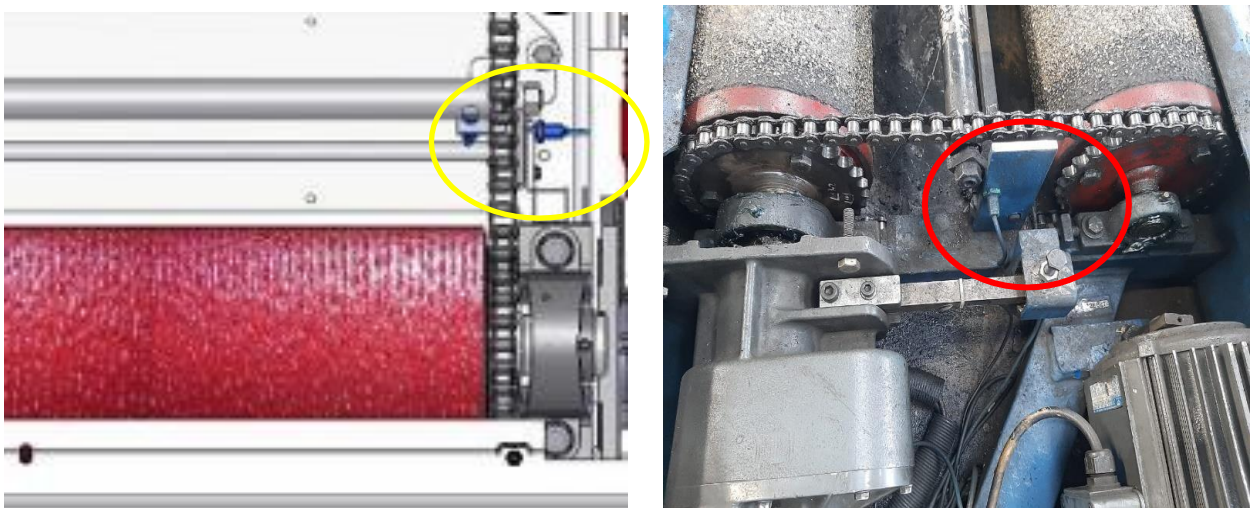
Fuente: PSG Automotriz Internacional / Frenómetro Liviano, DEKRA Costa Rica S.A

2.5.7 Sensor de Inductivos

Este sensor al bajar la barra central da una señal a la PC indicando que existe un vehículo sobre el frenómetro. Ver Figura 19 señalada en el círculo amarillo y rojo.

Figura 2.19

Sensor inductivo



Fuente: Manual del fabricante MAHA Número BAE10101-es.

2.6 Detalles generales del uso del equipo.

A continuación, se mostrará una breve descripción de los resultados obtenidos por el equipo, al momento de hacer la prueba de frenos.

2.6.1 Eficacia de frenado

Se entiende por eficacia (E) la relación de las fuerzas de frenado de todas las ruedas del vehículo, respecto a su masa total.

Se deducirá por la fórmula: $E = \frac{F}{M * g} * 100$

E=Valor de la eficacia en %.

F=Suma de fuerzas de frenado de todas las ruedas del vehículo en Newton (suma de las lecturas del frenómetro para todas las ruedas en Newton)

M= Masa del vehículo en kg

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s² o aproximar a 10 m/s²)

2.6.2 Desequilibrio de frenado.

Se entiende por desequilibrio la diferencia de fuerzas de frenado entre las ruedas de un mismo eje.

La medida del desequilibrio se efectuará, por consiguiente, por cada eje y se obtendrá como porcentaje de la rueda, que frena menos, respecto a la que frena más en un mismo momento.

El desequilibrio D, en dicho momento, vendrá expresado por:

$$D = \frac{F_d - F_i}{M * g} * 100$$

Donde:

F_d y F_i: son los valores máximos de las fuerzas de frenado de las ruedas de un mismo eje.

F_d: es la mayor de ambas en un mismo momento.

M= Masa del vehículo en kg

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s² o aproximar a 10 m/s²)

Se considera el desequilibrio máximo registrado en el momento de la máxima frenada.

En la figura 20 se puede observar en los relojes análogos cómo varía la fuerza de frenado en un mismo eje, la llanta del lado izquierdo frena 12,10 KN y la llanta derecha frena 10,20 KN teniendo como resultado un desequilibrio de un 4,1%, se puede observar la Figura 2.20 en el círculo amarillo.

Figura 2.20

Resultados de una prueba de frenos



Fuente: Manual del fabricante MAHA Número BAE10101-es

2.6.5 Ovalidad en los discos y tambores.

Permite determinar si los discos o tambores están ovalados. En los indicadores analógicos aparece una zona en amarillo, se debe frenar despacio para que las agujas queden en la zona amarilla, se deben mantener en esa zona hasta que el temporizador que es la barra amarilla, que se encuentra abajo en el centro de la Figura 2.21, cargue por completo, una vez finalizado, el equipo guarda la medida automáticamente.

Figura 2.21

Prueba ovalidad



Fuente: Manual del fabricante MAHA Número BAE10101-es.

2.7 Detalles generales del ente acreditador ECA.

Para comprensión del lector, parte de los requisitos que debe cumplir la empresa para brindar el servicio de revisión técnica en el país es la acreditación ISO/IEC 17020, dentro los requisitos que este ente fiscalizador pide es un plan de mantenimiento de los equipos de inspección técnica. Esta acreditación quien la otorga es el Ente Costarricense de Acreditación (ECA).

2.7.1 ¿Qué es el ECA?

El ECA es la organización responsable de otorgar y emitir las acreditaciones en el país contribuyendo a mejorar la calidad y la productividad de empresas e instituciones en sus productos, bienes y servicios. Permitiendo así cumplir los objetivos legítimos del Estado.

Figura 2.222

Logo del ECA



Fuente: Ente Costarricense de acreditación ECA.

2.7.2 Definición de la norma ISO/IEC 17020

La acreditación ISO/IEC 17020 cuyo significado de las siglas sus significados son ISO (Organización Internacional de Normalización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional). Esta Norma Internacional contiene los requisitos para la competencia de los organismos que realizan inspecciones y para la imparcialidad y coherencia de sus actividades de inspección.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Cualitativa

La investigación cualitativa implica recopilar y analizar datos no numéricos para comprender conceptos, opiniones o experiencias, así como datos sobre experiencias vividas, emociones o comportamientos, con los significados que las personas les atribuyen. Por esta razón, los resultados se expresan en palabras.

3.1.2 Cuantitativa

La investigación cuantitativa se usa para comprender frecuencias, patrones, promedios y correlaciones, entender relaciones de causa y efecto, hacer generalizaciones y probar o confirmar teorías, hipótesis o suposiciones mediante un análisis estadístico. De esta manera, los resultados se expresan en números o gráficos.

3.1.3 Mixta

La investigación mixta combina elementos de investigación cualitativa y cuantitativa con el fin de responder a una cuestión o hipótesis. La combinación de ambas metodologías ayuda a obtener una imagen más completa, porque integra los beneficios de los dos métodos: proporciona un enfoque holístico que combina y analiza los datos estadísticos con conocimientos contextualizados de mayor profundidad, así como permite verificar los resultados obtenidos de varias fuentes.

3.1.4 Tipo de Investigación usada en el desarrollo de este trabajo.

Esta investigación es mixta, está basada en opiniones, experiencias del personal de mantenimiento, análisis de datos estadísticos de fallos en el equipo por medio de históricos, antecedentes de otros trabajos de investigación relacionados con el tema, con base en esa información se desarrollará un diseño de un plan de mantenimiento preventivo para frenómetros de vehículos livianos en estaciones de revisión técnica de la GAM.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este trabajo se Implementará la metodología DMAIC por siglas en inglés (*Define, Measure, Analyze, Improve y Control*), traducido al español es (medir, analizar, mejorar y controlar), este método busca mejorar procesos y busca estandarizar los pasos por seguir en busca de los objetivos para mejorar la calidad de los procesos. Esta metodología fue desarrollada en 1984 por el ingeniero Bill Smith. Para nuestro caso la aplicaremos como se detalla, a continuación:

Definir: Para este caso el objetivo principal es definir la problemática actual, que se está dando con los frenómetros de vehículos livianos en las estaciones de revisión técnica de la gran área metropolitana.

Medir: Para este caso lo que se busca es medir qué tan frecuentes estos equipos fallan, la cantidad de fallos, modos de fallas, entre otros, esta información se documentará para toma de decisiones en el desarrollo de este trabajo.

Analizar: Con la información obtenida se analizará todo lo necesario utilizando las herramientas ingenieriles, que mejor se aplican en la ejecución de este trabajo, Las mismas que nos ayudarán a establecer un análisis a fondo para buscar soluciones a la situación actual.

Mejorar: Habiendo analizado toda la información que se recabe, se plantearán las mejoras a los procesos actuales, dentro los cuales, de manera general, se tiene como objetivo establecer un plan integral de mantenimiento preventivo.

Controlar: Para este caso se implementarán herramientas digitales, que nos ayudarán a llevar un mejor control de la correcta ejecución de las mejoras, que se planteen en este trabajo.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.

Una fuente de información es todo aquello que nos proporciona datos, su objetivo es facilitar la localización e identificación de documentos, es importante al momento de la búsqueda de esta información usar fuentes confiables.

3.3.1 Fuentes primarias:

Son aquéllas que contienen información original, que no ha sido sometida a ningún tratamiento posterior (selección, interpretación...). Son documentos primarios: las monografías o libros, las publicaciones en serie (periódicos, revistas...), y la literatura gris (documentos que no siguen los canales habituales de difusión o comercialización).

3.3.2 Fuentes secundarias:

Son el resultado de las operaciones que componen el análisis documental (descripción bibliográfica, catalogación, indización, y a veces, resumen). Es decir, alguien ha trabajado sobre el contenido de estas. Permiten el conocimiento de documentos primarios, a partir de diversos puntos de acceso (autor, título, materia...).

La información primaria se obtendrá de las experiencias del personal de mantenimiento, a través de entrevistas en cuanto a los fallos más comunes que presentan estos equipos, sus causas y posibles soluciones, la información secundaria será obtenida con el desarrollo de las herramientas ingenieriles que se van a utilizar, información de algunas páginas web, antecedentes de otros proyectos similares como referencia.

3.3.3 Sujetos de información.

Es la definición de quiénes son las personas objeto de estudio, también se le conoce como población o universo, según Barrantes (2005) la población: conjunto de elementos que tiene características en común. Para este trabajo de investigación la población o universo son las personas encargadas del mantenimiento de oficinas centrales y los técnicos de línea con experiencia para dicho mantenimiento de estos equipos.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

En esta parte se deben tomar en cuenta los objetivos específicos definidos, inicialmente, de ahí se obtienen las variables para después dar una definición conceptual, operacional, además se deben incluir los instrumentos que se van a usar para alcanzar la implementación de lo descrito en los objetivos específicos.

Tabla 3.1

Variables de la investigación por objetivo

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
<p>1.Gestionar una herramienta digital para llevar un registro adecuado de los mantenimientos preventivos ya ejecutados y a futuros.</p>	<p>Registro de mantenimiento preventivo.</p>	<p>Herramienta para registrar las fechas de ejecución de los mantenimientos ya realizados y los que vienen por hacer .</p>	<p>Facilita al usuario llevar un registro adecuado de los mantenimientos ya ejecutados en el equipo, así como también contar con una herramienta que le permita tener control de los mantenimientos, que se deben ejecutar en el mismo equipo a futuro, y que de esta manera quede un registro histórico adecuado para elaborar consultas diversas.</p>	<p>Herramienta Digital Microsoft 365 (Power Apps)</p>

<p>2. Implementar una herramienta digital, que permita llevar el correcto registro del históricos de los mantenimientos preventivos ejecutados en los equipos, herramienta que, entre sus funciones principales, sirva de consulta técnica de cualquier necesidad.</p>	<p>Registro histórico.</p>	<p>Herramienta que genera un registro de los principales hallazgos, durante la ejecución de cada rutina de mantenimiento preventivo, datos con los cuales ayuden a tomar acciones correctivas.</p>	<p>Con esta herramienta el técnico podrá visualizar cuáles son los elementos del equipo que más fallan, lo que ayudará a tomar las medidas necesarias para mitigar los paros en estos equipos.</p>	<p>Herramienta Digital Microsoft 365 (Power Apps)</p>
	<p>Consulta técnica</p>	<p>Herramienta que genere información estadística relevante, la misma que sirva como guía para posibles tomas de decisiones.</p>	<p>Con la implementación de esta herramienta se podrá visualizar, por medio de gráficas, el histórico de fallas más frecuentes, lo que facilita al técnico poder generar un mejor control de los elementos más críticos de máquina.</p>	<p>Herramienta Digital (Power Apps)</p>
<p>3. Implementar un manual de mantenimiento preventivo, el mismo documento que sirva de guía para la correcta ejecución de la rutina de mantenimiento.</p>	<p>Guía de ejecución del mantenimiento</p>	<p>Documento con instrucciones a seguir para hacer las actividades del mantenimiento.</p>	<p>Manual que permita identificar el paso a paso del mantenimiento preventivo, que se les debe dar a los equipos.</p>	<p>Manual de Mantenimiento Preventivo</p>

Fuente: Propio. (Victor Vargas, 2024)

3.5 INSTRUMENTOS.

Inicialmente se efectuará una lluvia de ideas en conjunto con el departamento de mantenimiento para generar ideas, que permitan identificar la problemática actual, las fallas más frecuentes que se dan en estos equipos, el porqué de estos fallos, cómo se podrían mitigar estas fallas, con qué recursos se cuentan para la implementación de un mantenimiento preventivo en los frenómetros de vehículos livianos en estaciones de revisión técnica en la GAM.

Se implementará un diagrama de Ishikawa, una vez identificada la problemática actual con la herramienta anterior, se plantearán los factores clave que ayuden a determinar posibles afectaciones en estos equipos, para esto se implementará el método 6M, que se divide en 6 factores (maquinaria, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente), con este método podemos determinar las causas que se derivan de cada uno de los factores, para finalmente determinar la causa principal, información que nos ayudará en la toma de decisiones.

Se implementará un gráfico de pastel, donde se visualizarán las fallas que, históricamente, se han dado en los elementos, que componen un frenómetro de liviano porcentualmente, lo cual ayudará a los técnicos que dan este mantenimiento a tener un cuidado especial con los elementos del equipo, que están más propensos a fallar.

Se hará un análisis de causa raíz, con este análisis lo que se busca es identificar las causa raíz de la problemática actual, para dar una propuesta, que pueda mitigar los fallos y además ayudará a prevenir situaciones a futuro, que desvirtúen el funcionamiento del equipo, para determinar las causas raíz, se tomará en cuenta la información de la lluvia de ideas y las causas indicadas en el diagrama de Ishikawa.

Se implementará un gráfico de barras, donde se cuantificarán los fallos de los equipos de medición de piso (Alineadora al paso, banco de suspensión, frenómetro de liviano, detector de holguras y velocímetro) utilizados en las estaciones de revisión técnica en la gran área metropolitana. Esta información se recopilará del histórico de fallas del año 2023. La finalidad de esta información es identificar cuál es el equipo de medición que más fallas de funcionamiento presenta.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

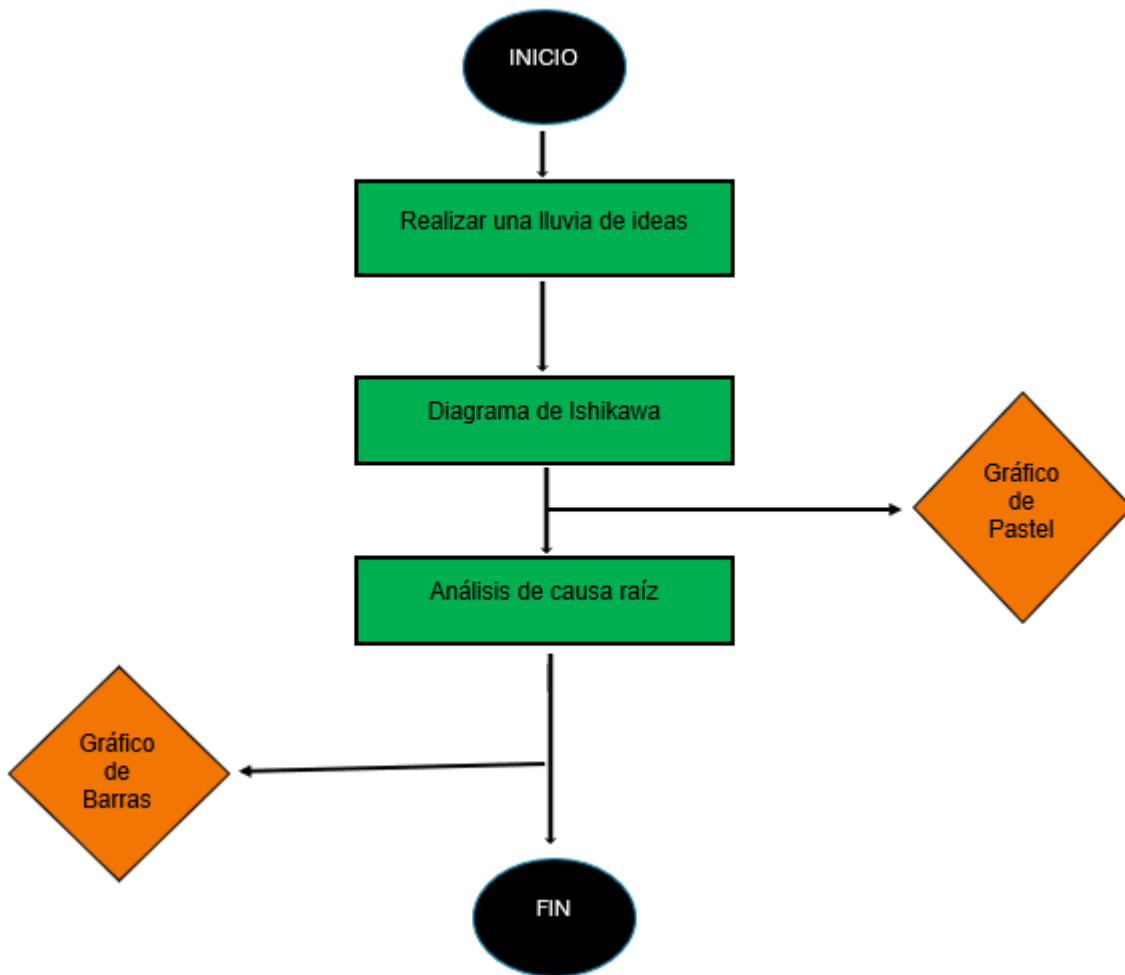
A continuación, se mostrará por medio de un diagrama de flujo el orden, en que se va a llevar a cabo el análisis, que ayudará a entender mejor la problemática actual implementando las herramientas ingenieriles mencionadas en el apartado 3.5 instrumentos.

Este análisis se llevará a cabo, mediante el desarrollo de una lluvia de ideas para identificar la problemática actual, luego se desarrollará un diagrama de Ishikawa para determinar las causas que están generando la situación actual, esto con el fin de determinar la causa o causas principales, para concluir con la causa raíz y poder tener un panorama claro de lo que se va a hacer en este proyecto.

Además, se agregarán graficas de pastel y de barras, que ayudarán a visualizar numéricamente los históricos de fallos de estos equipos y otros datos importantes.

Figura 3.1

Diagrama de flujo de la implementación de las herramientas ingenieriles



Fuente: Diseño propio.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este proyecto se realizó en las estaciones de revisión técnica vehicular de la gran área metropolitana, actualmente la empresa DEKRA Costa Rica S.A es la encargada de brindar el servicio. En la actualidad estas estaciones cuentan con 4 frenómetros livianos cada una, por lo tanto, son 20 en total, todos son de la misma marca y tipo, en la siguiente tabla 4.1 se muestran las características de los frenómetros de las cinco estaciones de la GAM.

Tabla 4.1

Cantidad de equipos de las estaciones de la GAM

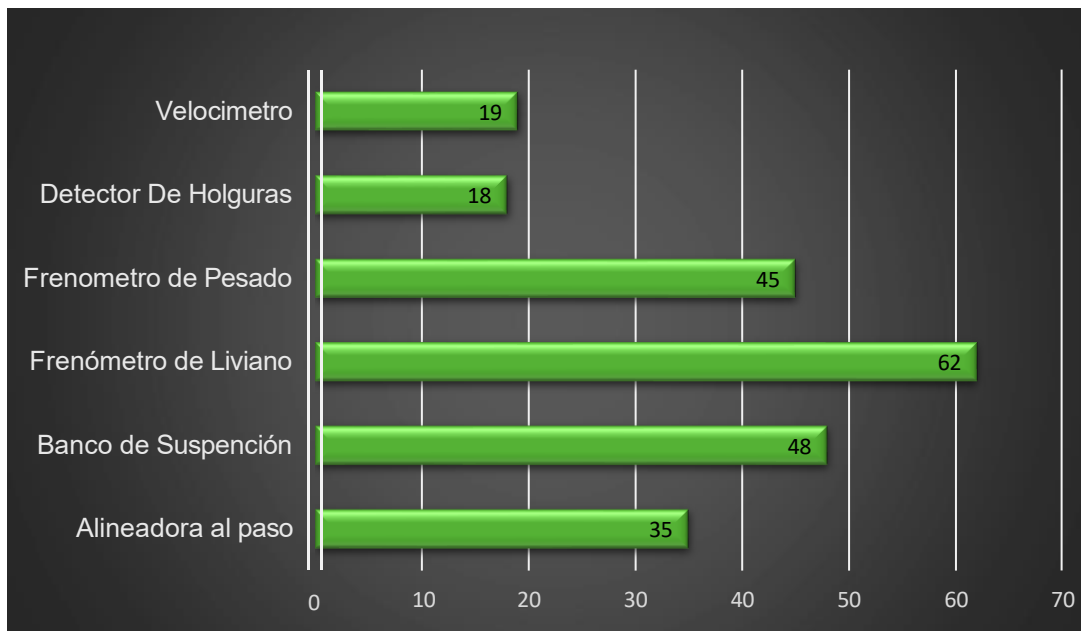
Estación	Marca	Estilo	Año de Fabricación	Potencia de los motores.	Cantidad de equipos
Heredia	MAHA	IW2	2001	2x4 KW	4
Alajuela	MAHA	IW2	2001	2x4 KW	4
Alajuelita	MAHA	IW2	2001	2x4 KW	4
Cartago	MAHA	IW2	2001	2x4 KW	4
Santo Domingo	MAHA	IW2	2001	2x4 KW	4

Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A

El proyecto está enfocado en un diseño de un plan de mantenimiento preventivo de frenómetros de liviano, el cual permita tener los equipos en buen estado para avanzar con el proceso de acreditación. se eligieron las estaciones de la GAM, primeramente, porque son las únicas que tienen estos equipos instalados, lo otro es que se escogieron estos frenómetros de liviano, en específico, es porque históricamente son los que más fallan, representan un 27% de la cantidad total de fallas, que presentan todos los equipos de piso de las cinco estaciones de la GAM. En la figura 4.1 se muestra un histórico de cantidad de fallas de los equipos de piso del año 2023, en total se han presentado 227 fallas, en las cuales se ha incurrido en algún tipo de reparación de alguno de sus componentes, los frenómetros son los que más han afectado el proceso de inspección en comparación con los demás equipos de medición de piso mencionados en el marco teórico (Esquema del proceso de Revisión Técnica) en las estaciones de la GAM.

Figura 4.1

Cantidad de fallas de los equipos de piso del año 2023



Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A

Para un mejor entendimiento de los datos mostrados en la Figura 4.1 se muestra la cantidad de fallas porcentualmente de los equipos de piso en la siguiente Figura 4.2

Figura 4.2

Cantidad de fallas porcentuales de los equipos de piso



Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A.

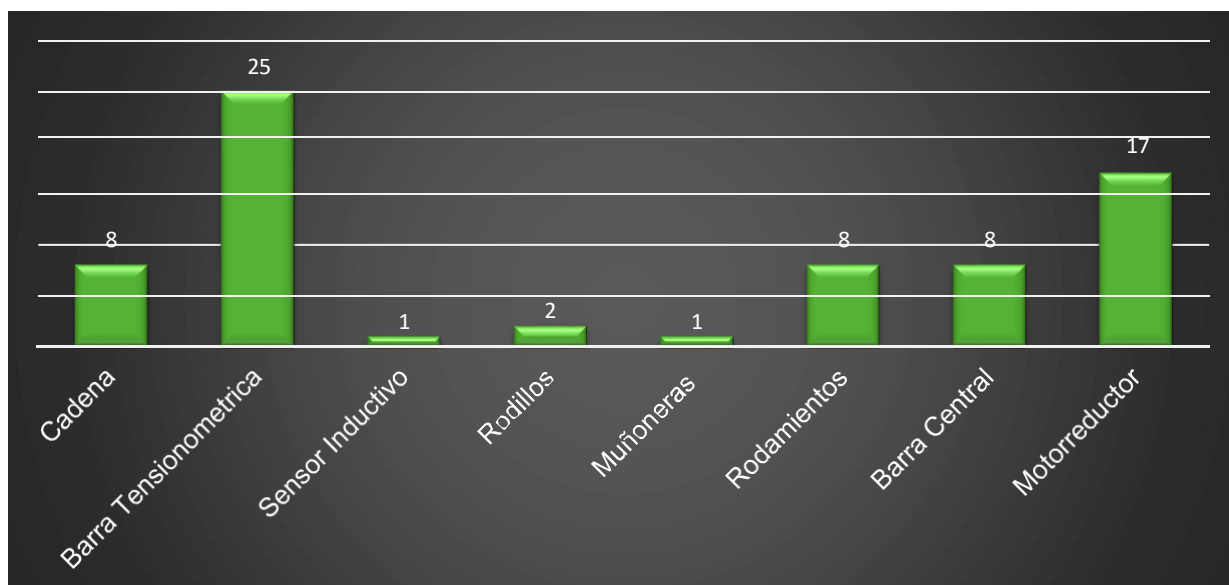
Además, para un mejor entendimiento de las fallas presentes en estos equipos, se desglosan los datos presentados en la Figura 4.3, ahora por falla de cada elemento, que compone el frenómetro. Elementos que fueron descritos en el marco teórico en el punto.

2.5 Elementos que componen un Frenómetro de vehículo liviano.

En la siguiente grafica se puede visualizar la cantidad de fallas de los elementos, que componen el frenómetro de las cinco estaciones de la GAM. Datos obtenidos del histórico de fallas del año 2023, que registra el departamento de mantenimiento, cada vez que estos equipos presentan una falla, éstos tienen que ser intervenidos para su reparación. Información que aporta mucho valor a la hora de dar los mantenimientos preventivos, tener presente cuáles son los elementos que están más propensos a daños.

Figura 4.3

Cantidad de falla de los elementos que componen el frenómetro



Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A

A continuación, se detalla la situación actual de la empresa, las limitantes que tiene el departamento de mantenimiento para ofrecer el mantenimiento preventivo en todas las estaciones, la falta de controles, que garantice la ejecución de los mantenimientos preventivos, ausencia de un manual de mantenimiento, que permita guiar al técnico, entre otros.

4.1 DEFINIR

Actualmente, la empresa DEKRA cuenta con un departamento de mantenimiento, el cual atiende las 17 estaciones que se encuentran en diferentes partes del país, dado que el departamento es muy pequeño, está integrado por 4 personas, un gerente de mantenimiento, un jefe de mantenimiento y 2 técnicos, ellos atienden únicamente mantenimientos correctivos, dejan la responsabilidad a cada gerente de estación coordinar la ejecución de los mantenimientos preventivos, los cuales carecen de un control de estos mantenimientos, que garanticen la ejecución de los mismos, no existe un manual de mantenimiento preventivo, que le permita al técnico poder guiarse para aplicar el mantenimiento, de una forma correcta, no existe un seguimiento de las actividades, que se deben llevar a cabo en estos equipos, por lo que es muy importante desarrollar una herramienta, que permita establecer todos estos controles e indicadores, que son necesarios para la ejecución de un correcto mantenimiento preventivo, que además ayuda a mitigar el impacto económico y el servicio al cliente por detenimiento de la operación.

Otro aporte importante, es que al contar con un plan de mantenimiento preventivo ayudará a la empresa DEKRA a alcanzar la acreditación ISO/IEC 17020, ya que parte de los requisitos que exige esta norma es garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados para la inspección de los vehículos.

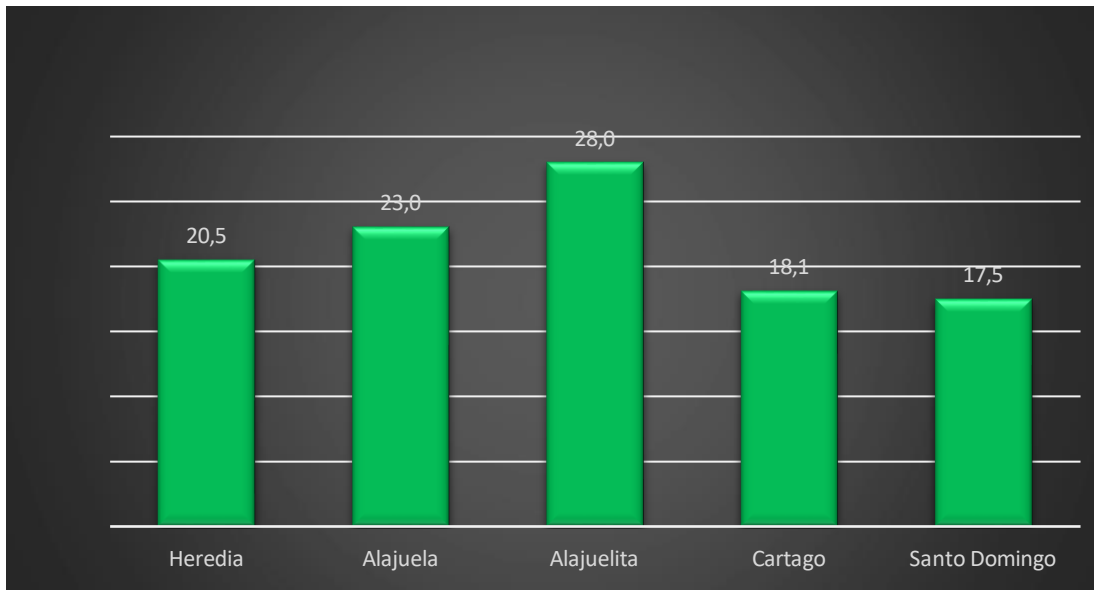
4.2 MEDIR

Todos estos fallos que, históricamente, se han dado en las diferentes estaciones tienen varias implicaciones, que afectan a la empresa, el tiempo que un equipo de éstos dure detenido, es bastante significativo para la empresa, ante la alta demanda de vehículos que existe en todas las estaciones de la GAM, por más mínimo que sea el fallo, tener que cerrar una línea de inspección o parar el flujo de vehículos afecta la parte económica, además genera malestar en los usuarios y desconfianza del resultado de la prueba, lo que genera mala imagen para la empresa. En la Figura 4.4 se muestran el total de horas de paros Anuales de los frenómetros livianos en el año 2023, por algún fallo en su operación en cada una de las estaciones de la GAM. Esta información se obtuvo del registro, que lleva el departamento de mantenimiento tiempos de paro del equipo, se

contabiliza desde el momento que salió de uso, hasta que se repara y retorna nuevamente a su uso normal.

Figura 4.4

Total de horas de paros anual de los frenómetros livianos en el 2023

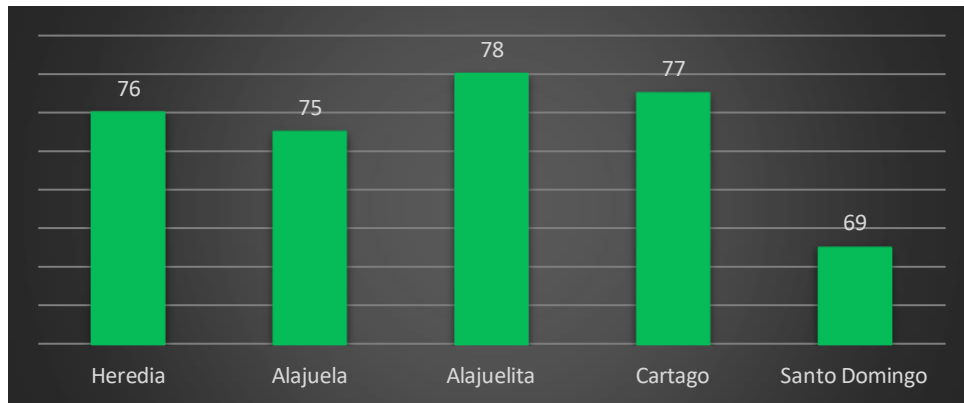


Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A

En estos tiempos de paro su tendencia tiene cierta relación con el uso de los equipos, por ejemplo, la estación de Alajuelita es la que, numéricamente, más vehículos inspecciona con respecto a las otras estaciones, como se puede mostrar en la siguiente Figura 4.5 la cantidad de vehículos que se inspecciona en promedio por hora en las diferentes estaciones. Estos datos fueron obtenidos de una base de datos de inspecciones hechas en febrero, marzo y abril del 2023 de cada una de las estaciones de revisión técnica de la GAM.

Figura 4.5

Cantidad de inspecciones de vehículos en promedio por hora



Fuente: Departamento de Operaciones DEKRA Costa Rica S.A

Se puede visualizar en la Figura 4.5 la cantidad de vehículos por hora es bastante considerable, si la asociamos con la cantidad de horas de paro, que se ha dado en los frenómetros en el año 2023, podemos estimar un impacto significativo en los ingresos, que, en el ámbito económico, la empresa ha dejado de percibir.

Actualmente, la empresa tiene una tarifa fija para cada uno de los diferentes tipos de vehículos que existen en el país, en la siguiente tabla 4.2 se muestran las tarifas de las diferentes clasificaciones, que existen en nuestro país.

Tabla 4.2

Costos de la inspección de vehículos

Clasificación del vehículo	Costo de inspección completa	Costo de reinspección
Vehículo con peso < 3500 kg	₡ 7926,95	₡ 2123,27
Motocicletas	₡ 5222,86	₡ 1398,94
Vehículo con peso > 3500 kg	₡ 10441,2	₡ 2796,75
Autobuses/Busetas y Microbuses	₡ 10441,2	₡ 2796,75

Taxi	₡ 8551,84	₡ 2290,51
Equipo Especial Agrícola	₡ 4807,02	₡ 1288,2
Equipo Especial de Obra Civil	₡ 10441,2	₡ 2796,75

Fuente: Estaciones de DEKRA Costa Rica S.A

Es importante mencionar que el arribo de vehículos en las estaciones de la GAM no tiene el mismo comportamiento, por ejemplo, hay estaciones que revisan más vehículos pesados que otras por lo que el costo promedio de la inspección de los vehículos puede variar, dato importante para efectuar los cálculos de estimación de pérdidas económicas. En la siguiente tabla 4.3 se muestra el costo promedio de la inspección por estación. Estos datos se obtuvieron de una base de datos de inspecciones de vehículos hechas en febrero, marzo y abril de 2023 de cada una de las estaciones de revisión técnica de la GAM.

Tabla 4.3

Costo promedio de inspecciones

Estaciones	Costo promedio por inspección
Heredia	₡ 6 854,00
Alajuela	₡ 6 932,00
Alajuelita	₡ 6 637,00
Cartago	₡ 6 846,00
Santo Domingo	₡ 7 006,00

Fuente: Departamento de Operaciones DEKRA Costa Rica S.A

De acuerdo con los costos promedios de inspección, la cantidad de horas de paro y la cantidad de inspecciones de vehículos llevadas a cabo por hora en cada estación, se puede establecer una estimación en promedio de cuántos ingresos económicos se dejaron de percibir en todo el año 2023, para ello, en la Figura 4.6 se muestra, por estación, la cantidad de ingresos económicos que se dejó de percibir, anualmente,

producto de una mala gestión en el mantenimiento preventivo de estos equipos y la falta de herramientas, que nos permitan tener un mejor control.

Figura 4.6

Estimación de pérdidas económicas anualmente en 2023



Fuente: Departamento de Operaciones DEKRA Costa Rica S.A

De acuerdo con los datos mostrados en la Figura 4.6, al sumar los montos de cada una de las estaciones, se estima una pérdida total en promedio anual de 55.520,264 millones de colones, que se dejaron de facturar en las cinco estaciones de la GAM en el año 2023. Para el cálculo de las pérdidas económicas, se utilizó la siguiente fórmula :

$$PE = CHP * CIH * CPI$$

Donde:

PE: Pérdidas Económicas.

CHP: Cantidad de Horas de Paro.

CIP: Cantidad de Inspecciones por Hora.

CPI: Costo Promedio por Inspección.

Por ejemplo, la estación de Heredia tiene los siguientes datos:

$$PE = 20,5 * 76 * 6854 = 10.678,532$$

Este cálculo se repite para todas las demás estaciones de Revisión Técnica de la GAM.

4.3 ANALIZAR

Tomando en cuenta el impacto económico que esto genera y la necesidad de llevar un control de los mantenimientos preventivos realizados, en proceso y por realizar, se desarrolló una lluvia de ideas con el departamento de mantenimiento para entender mejor la situación actual y tomar las mejores decisiones. En la siguiente tabla 4.4 se muestran varias ideas, que se aportaron, por parte del personal de mantenimiento, para concluir con una idea principal, que nos permite visualizar las debilidades que existen en temas de mantenimiento preventivo. .

Tabla 4.4

Lluvia de ideas

Lluvia de Ideas
Tema: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en las estaciones de la GAM de frenómetros livianos.
1- El mantenimiento que se da actualmente a estos equipos es muy básico y carece de un control y seguimiento del mismo.
2- Actualmente no existe un manual de mantenimiento preventivo que ayude al técnico a guiarse en la rutina de mantenimiento que se le debe dar a estos equipos.
3- No se cuenta con un historico de fallas que nos permita rápidamente poder buscar algo en específico del mantenimiento de los frenómetros.
4- Poco personal en el departamento de mantenimiento por lo que es muy limitado el soporte que pueden brindar a las 17 estaciones en temas de mantenimiento preventivo.
Idea Principal: Generar una herramienta que nos permita tener un control más preciso de estos mantenimientos, mejorar la rutina de mantenimiento actual, crear un manual de mantenimiento que sirva de guía para realizar las actividades, llevar un control estadístico de las fallas presentadas por estos equipos, con la implementación de estas herramientas se va lograr que más personas con conocimientos básicos en esta área puedan ejecutar las rutinas de mantenimiento en las estaciones por lo que sería de gran ayuda al departamento de Mantenimiento Central.

Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A

Posteriormente al desarrollo de esta lluvia de ideas, se implementa un diagrama de Ishikawa con el fin de entender cuáles son las causas, que están generando esta problemática, para así obtener una causa principal, que ayudará a tomar las acciones correctas para tratar de mitigar el impacto negativo, que genera tanto en lo económico como en el servicio al cliente. En la siguiente tabla 4.5 se muestra el desarrollo del diagrama de Ishikawa.

Tabla 4.5

Diagrama de Ishikawa

Medidas	Medio Ambiente	Equipos/ Herramientas	Descripción de Problema
Pocos controles de la ejecución de los mantenimientos preventivos.	Exposición a la humedad, polvo y corrosión.	Equipos con 22 años de uso.	
No existe una estadística graficamente de los mantenimientos preventivos ejecutados y pendientes de realizar.	La exposición a la humedad y el polvo reducen la vida útil del equipo	Muchas horas de trabajo, por lo cual son más vulnerables a fallos.	
No existe un proceso estandarizado en todas las estaciones para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos.	Poco personal técnico capacitado en mantenimiento preventivo.	No se cuenta con stock de repuestos en las sucursales para estos equipos.	
Los gerentes de estación no tienen como controlar correctamente la ejecución de estos mantenimientos preventivos.	Solo se cuenta con 2 técnicos en el departamento de mantenimiento para ver todas las estaciones.	Actualmente existe un stock muy limitado de repuestos en oficinas centrales.	
Metodo	Personal	Materiales/Repuestos	

Fuente: Departamento de Mantenimiento DEKRA Costa Rica S.A

De acuerdo con las causas derivadas de cada factor en el diagrama de Ishikawa, se logró determinar la Causa Principal, la cual se identifica con una falta de estandarización en el proceso, equipos con muchos años de uso, lo que los hace más propensos a fallas, poco personal designado para dichos mantenimientos y falta de repuestos en las sucursales, en caso de una emergencia deben de esperar hasta que los técnicos se desplacen de la

sede central ubicada en Barreal de Heredia para solucionar el inconveniente presentado, cuando hay de por medio una pieza dañada, que no se puede reparar.

Teniendo ideas claras e identificando la causa principal que afecta la ejecución de un adecuado mantenimiento preventivo en estos equipos, se determinan las causas raíz del contexto en el que estamos, con el fin de mejorar como empresa en los procesos internos y garantizar un servicio de buena calidad, además la obtención de una certificación (ISO/IEC 17020) que respalda el compromiso de la empresa con los usuarios del servicio. En la siguiente tabla 4.6 se muestra el desarrollo del análisis de causa raíz.

Tabla 4.6

Análisis de causa raíz

Análisis de Causa Raíz.			
	1.1-No existe un manual de mantenimiento que permita guiar al técnico en la rutina del mantenimiento para asegurar que se realice de una forma correcta e igual en todas las estaciones.		2.1-No existe una herramienta que permita llevar un correcto control de los mantenimientos preventivos.
Causa Raíz 1	1.2-La implementación de este manual ayudara a que más técnicos puedan realizar el mantenimiento preventivo a estos equipos de una forma correcta.	Causa Raíz 2	2.2-Además que pueda dar un seguimiento de los mismos.
	1.3-Esto le evitara al gerente de estación dar formación al personal sobre la ejecución de estos mantenimientos preventivos.		2.3-Se pueda generar una estadística de fallas del equipo por estación de servicio.

Fuente: Diseño propio, Victor Vargas 2024.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

A continuación, se detallarán las mejoras que se implementarán para disminuir la afectación en las líneas de inspección, debido a la ocurrencia de las fallas en los equipos. De las estaciones de la GAM, además del cómo se va a controlar la eficacia de las herramientas implementadas en este proyecto para la gestión del plan de mantenimiento preventivo.

5.1 MEJORAR

De acuerdo con lo analizado en el capítulo 4, existen varios factores que están afectando la disponibilidad de estos equipos, que, al final, terminan afectando el servicio al cliente y la imagen de la empresa, para lo cual podemos mencionar los siguientes:

- Falta de estandarización en la ejecución del mantenimiento preventivo que se les debe dar a estos equipos.
- No existe una herramienta, que permita llevar un correcto control de los mantenimientos preventivos, además pueda generar un histórico y una estadística de fallas del equipo por estación de servicio.
- No existe un manual de mantenimiento, que permita guiar al técnico en la rutina del mantenimiento para asegurar, que se haga, de una forma correcta y completa.
- Poco recurso humano capacitado para realizar estas labores.
- Una cantidad de fallas significativa en los frenómetros livianos representa un 27% de la cantidad total de fallas en todos los equipos de piso.

Como se puede visualizar, son varios factores que están afectando los frenómetros de liviano, para lo cual se implementarán las siguientes mejoras en el proceso del mantenimiento preventivo de estos equipos:

- Se tendrá una herramienta en Power Apps en el Microsoft 365, que permita llevar un control de los mantenimientos ejecutados, los que están en proceso y próximos a ejecutarse, además esta herramienta va a generar un histórico de fallas de los frenómetros por estación y de sus componentes, el cual podrá visualizar gráficamente cuáles son los elementos del frenómetro que más fallan. Esto

ayudará al departamento de mantenimiento a hacer un mejor análisis de los puntos más críticos del equipo como tal.

En la siguiente Figura 5.1 se muestra parte de la herramienta que se va a implementar para controlar, de una mejor forma, los mantenimientos preventivos, los cuadros de la izquierda encerrados en el círculo azul permiten generar la solicitud de los mantenimientos preventivos, la orden de trabajo por sucursal además cuenta con un botón de ajuste para agregar otras estaciones si se quisiera expandir, permite agregar nuevas rutinas de mantenimientos, personal nuevo para la ejecución de los mantenimientos preventivos y nuevos equipos. Al lado derecho se puede visualizar por mes, año y tipo de mantenimiento el progreso de las rutinas de mantenimiento preventivo ya ejecutadas y en proceso. Para mayor detalle del uso la herramienta, ver manual de Uso de la Herramienta de Microsoft 365 Power Apps en el apéndice 2.

Figura 5.1

Herramienta de control de los mantenimientos preventivos



Mes	Año	Tipo Mantenimiento	
5	2024	Mantenimiento Preventivo Mensual	
Estación	Estado	Cant. Puntos Abiertos	Progreso
Alajuela - ALA1FD	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>
Alajuela - ALA2FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>
Alajuela - ALA3FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>
Alajuela - ALA4FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>
Cartago - CAR1FD	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>

Fuente: Diseño propio, Victor Vargas 2024.

- Para una mejor estandarización y aprovechamiento del recurso humano que disponen las estaciones, porque el personal de mantenimiento es muy limitado, se elaborará un manual de mantenimiento preventivo. Ver apéndice n°1, esto con el fin de que el técnico se pueda guiar y realizar la rutina de mantenimiento

preventivo, de forma correcta, además que se aplique el mismo procedimiento en todas las estaciones de la GAM.

- Con la implementación de esta herramienta, se tendrá un mejor control de la ejecución de los mantenimientos, por lo que se estima una reducción en la cantidad de fallas en estos equipos, teniendo una mayor disponibilidad y un menor impacto económico en los frenómetros de liviano.

5.2 CONTROLAR

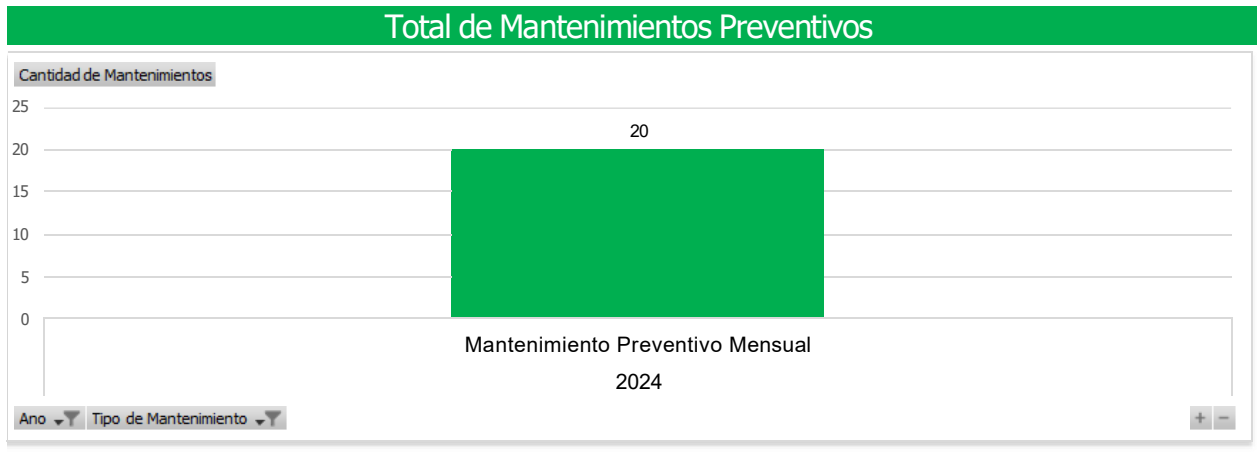
Para lograr controlar la eficacia de la implementación del mantenimiento preventivo, que se debe hacer a los frenómetros de liviano, la herramienta como tal genera varios datos, que se representan gráficamente y se actualizarán cada vez que se agregue o se eliminen datos de la herramienta, por lo cual cada gerente de cada sede visualizará cuántas órdenes de trabajo están abiertas y cerradas por tipo de mantenimiento preventivo, lo que le permite establecer una mejor gestión de que se ha hecho lo que falta, para tomar las medidas del caso.

En Excel se generarán varias gráficas, las cuales se mencionan a continuación:

Primera gráfica, Se mostrará la cantidad de mantenimientos preventivos hechos por mes o año, lo que permite contabilizar rápidamente a cuántos equipos se les ha dado el mantenimiento. A modo de ejemplo, se puede visualizar en la Figura 5.2 la cantidad de mantenimiento que se llevó a cabo en el mes mayo del año 2024 a todas las estaciones de la GAM.

Figura 5.2

Total de mantenimientos preventivos

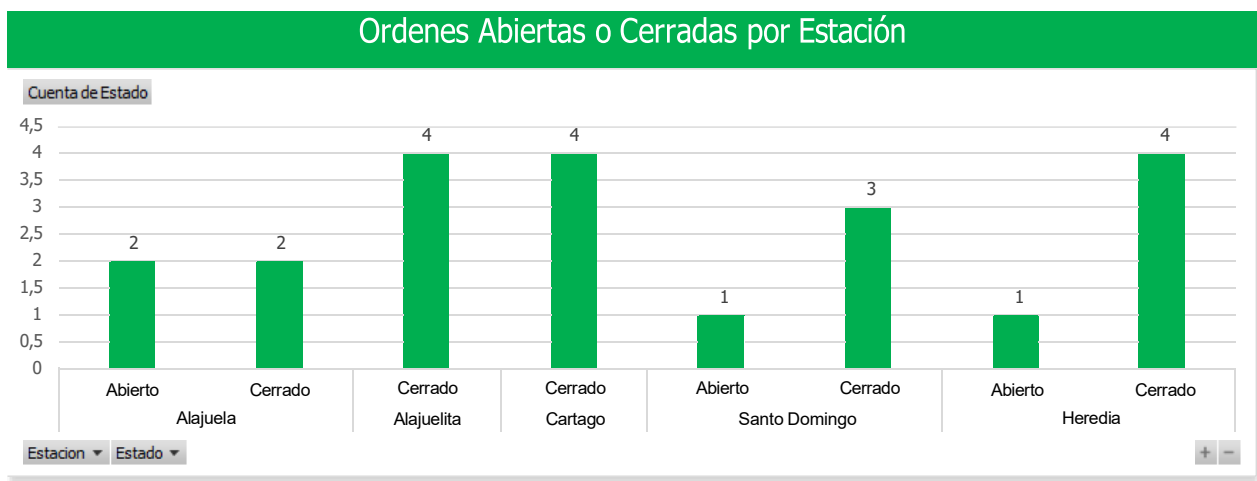


Fuente: Diseño propio, Victor Vargas 2024.

Segunda gráfica, se mostrará la cantidad de órdenes abiertas y cerradas por estación, lo que permitirá controlar que realmente se efectúen estos mantenimientos en el tiempo establecido. Tomar en cuenta que, para la ejecución de estos mantenimientos, se tendrá el mes completo para llevar a cabo dicha labor. A modo de ejemplo en la siguiente Figura 5.3 se muestra por estación cuántas órdenes de trabajo están cerradas, es decir, cuentan con el mantenimiento preventivo completo.

Figura 5.3

Órdenes abiertas o cerradas por estación

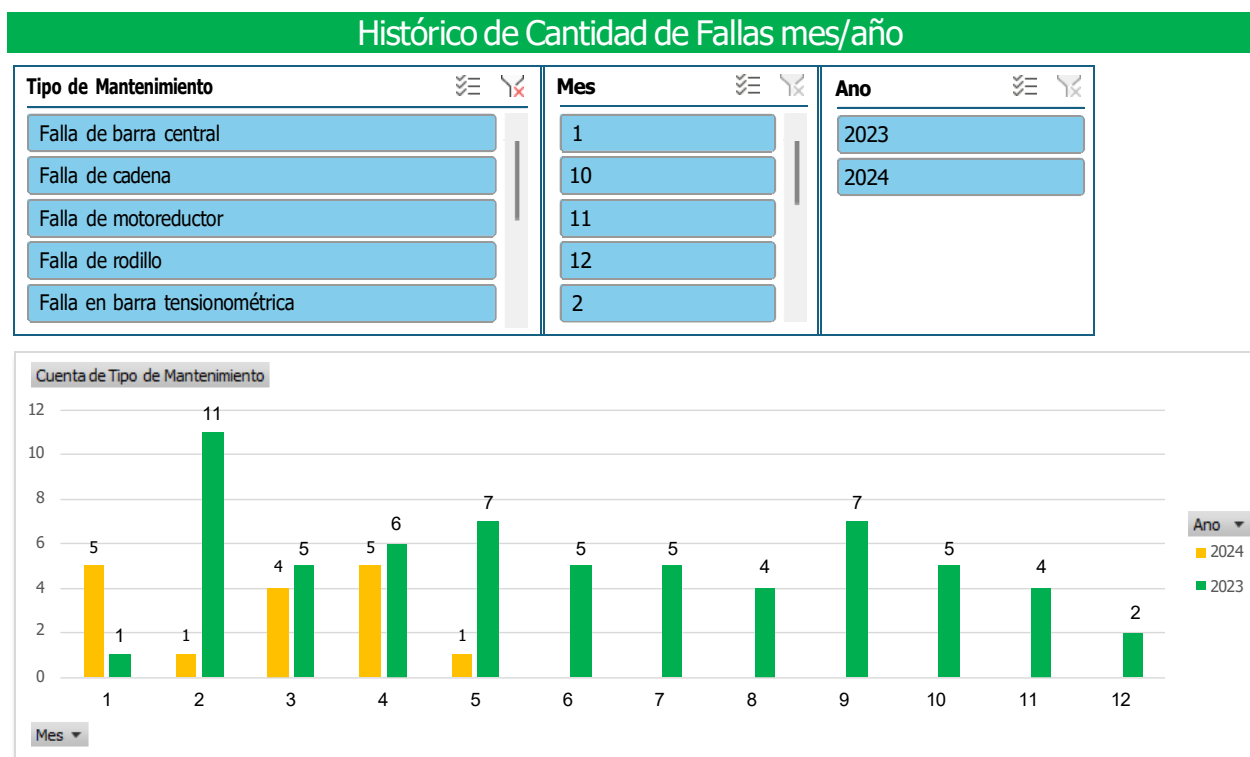


Fuente: Diseño propio, Victor Vargas 2024.

Tercera gráfica: Se mostrará la cantidad de fallos reportados por mes o año, lo que permitirá hacer una comparación rápidamente con las fallas reportadas el año anterior y así visualizar qué tan eficiente está resultando la implementación de dicho mantenimiento. Además, permite llevar un histórico de fallas en los frenómetros livianos. En la siguiente Figura 5.4 se muestra la cantidad de fallas reportadas en el año 2023 y en 2024, lo que permite visualizar qué tan efectiva ha sido la implementación de la herramienta.

Figura 5.4

Histórico de cantidad de fallas mes/año



Fuente: Diseño propio, 2024.

5.3 Costos de implementación del mantenimiento preventivo en las estaciones de la GAM.

- En el desarrollo de la herramienta en Power Apps los costos económicos fueron bajos aproximadamente ₡ 210,000, que fue el tiempo invertido en la investigación y el desarrollo de la herramienta en horario laboral.

- No se incurrió en gastos por la licencia de office 365, se utilizó la de empresa.
- La elaboración del manual de mantenimiento preventivo fue diseño propio, el gasto incurrido fue de aproximadamente ₡107,000, que fue el tiempo invertido en la elaboración del manual. Para el cálculo del gasto del primer punto y éste se hizo en una estimación del costo por hora, que le significó a la empresa salarialmente.
- No se consideró el gasto de las herramientas para ejecutar los mantenimientos preventivos, porque la empresa ya cuenta con ellas.
- No se consideró gasto en capacitación del personal, ya que el nivel técnico del personal y el apoyo en el manual de mantenimiento preventivo le permite ejecutar correctamente las rutinas de mantenimiento.

Tabla 5.1

Costo de implementación del mantenimiento preventivo en las cinco estaciones de la GAM

Actividades	Tiempo de implementación (horas)	Costo de implementación
Investigación para el desarrollo de la herramienta.	15	₡100.000
Desarrollo de la herramienta en Power Apps.	18	₡120.000
Desarrollo del Manual de Mantenimiento Preventivo	16	₡107 000
Total, de gastos de implementación.	45	₡327.000

Fuente: Diseño propio, 2024.

Tabla 5.2

Costo de ejecución del mantenimiento preventivo mensualmente por estación de la GAM

Actividades	Tiempo de implementación (horas)	Costo Promedio Mensual.
Tiempo de ejecución del mantenimiento preventivo mensual por estación del técnico.	4	₪10.000
Suministros utilizados para realizar el mantenimiento preventivo	N/A	₪ 45.000
Imprevistos (15% del monto total)	N/A	₪8250
Total, de gastos mensual.	8	₪ 63.250

Fuente: Diseño propio, Victor Vargas 2024.

Como se puede visualizar en la tabla 5.2 los costos de implementación son aproximadamente de ₪327.000, es un costo bastante bajo, que se pagará con el ahorro, que se genere de los mantenimientos correctivos. Con la implementación de esta herramienta se plantea como meta reducir un 50% los mantenimientos correctivos para el próximo año, por parte del departamento de mantenimiento, para el siguiente año se valorará si se puede reducir aún más la cantidad de mantenimientos correctivos. Con esta mejora se reducirán los tiempos de paro de los equipos, que para el año 2023 se dejó de percibir ₪ 55,520,264 aproximadamente.

El gasto mensual para la ejecución del mantenimiento preventivo por estación es aproximadamente de ₪63,250 por estación. Este gasto anualmente en las cinco estaciones de la GAM es aproximadamente ₪3,795,000, gasto que es factible asumir por la empresa si se compara con el beneficio obtenido por tener menos paros en los equipos por fallas. El cálculo se hizo tomando en cuenta el tiempo de ejecución de mantenimiento

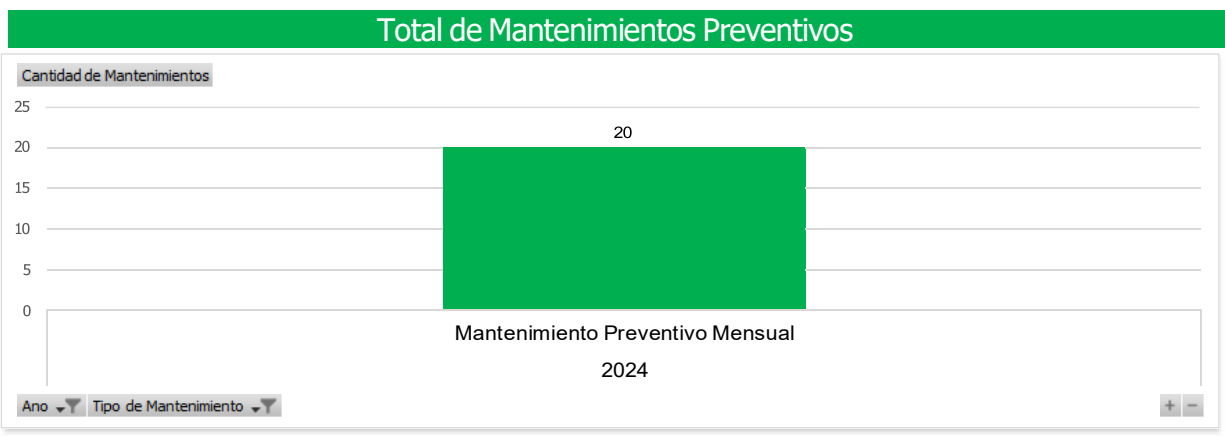
preventivo, el cual se demora 1 hora por equipo, se hizo una estimación de cuánto gana un técnico por hora. En cuanto a los suministros se hizo una estimación de consumos en los mantenimientos preventivos de grasa, desengrasante, toallas, penetrante, bolsa de aspiradora, entre otros.

Para el mes de mayo de 2024 se corrió de la herramienta (Power Apps) en las cinco estaciones de la GAM obteniendo los siguientes datos:

1. Se logró dar el total de mantenimiento esperado, por parte de todas las estaciones, en la Figura 5.5 se puede visualizar de una mejor forma. Recordar lo mencionado en la Tabla 4.1 Cantidad de Equipos en las estaciones de la GAM. Son 4 equipos por estación.

Figura 5.5

Total de mantenimientos realizados en el mes de mayo 2024

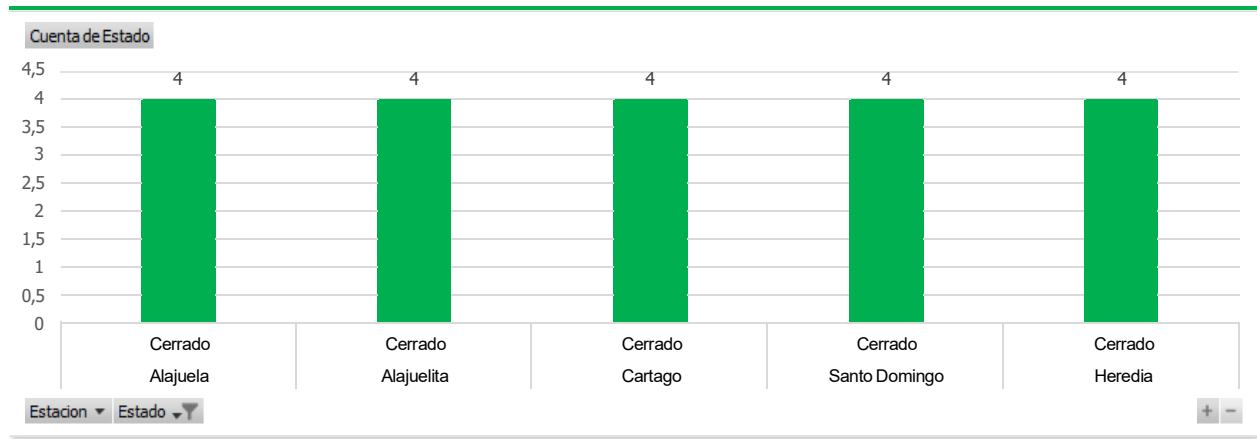


Fuente: Herramienta Power Apps, 2024.

2. Todas las órdenes de trabajo quedaron cerradas garantizando el cumplimiento completo del mantenimiento preventivo en cada uno de los equipos de las diferentes estaciones, en la Figura 5.6 se puede visualizar la cantidad de órdenes cerradas por estación.

Figura 5.6

Cantidad de ordenes de trabajo cerradas



Fuente: Herramienta Power Apps, 2024.

3. Se generó un resumen con las observaciones de equipos de cada estación, que se deben tomar en cuenta para el próximo mantenimiento.

Tabla 5.3

Resumen de observaciones por estación

Estaciones y equipos	Cantidad de Observaciones
Alajuela	3
ALA2FL	1
Juego leve en rodamiento derecho, cambiar próximo mantenimiento	1
ALA4FL	2
Estructura presenta oxidación	1
Permite 2 ajustes más, pendiente replazar cadena	1
Alajuelita	4
SJS1FD	1
Holgura leve en rodamiento cambiar próximo mantenimiento.	1
SJS2FL	1
Topes de barra desgastados se recomienda cambio para el próximo mantenimiento.	1
SJS3FL	1
Muñonera presenta defectos de fijación se recomienda hacer una rosca nueva	1
SJS4FL	1
Se ajusta cadena presentaba holgura de 6 mm	1

Cartago	2
CAR3FL	2
Alemite se deben remplazar dificultad para engrasar la muñonera del lado derecho.	1
Oxidación en el marco del Frenómetro.	1
Total, general	9

Fuente: Herramienta Power Apps, 2024.

5.4 Cumplimiento del objetivo del proyecto.

Con la implementación de la herramienta en Power Apps y el manual de mantenimiento preventivo se va a mejorar el estado de los equipos cumpliendo con el objetivo de este proyecto que era establecer un Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para frenómetro de vehículo liviano en estaciones de revisión técnica de la GAM, para cumplir con la acreditación ISO/IEC17020.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente proyecto.

Conclusiones

- Se logró un diseño de un plan de mantenimiento preventivo para frenómetros de vehículos livianos en las estaciones de revisión técnica de las estaciones de la GAM, además avanzar con la acreditación ISO/IEC 17020, se espera con las metas propuestas por el departamento de mantenimiento mitigar las fallas, que se han dado en estos equipos para el próximo año. Ya que en el año 2023 se dejó de percibir una suma de dinero considerable por paros en estos equipos.
- Se logró crear una herramienta digital en Power Apps, que permite llevar un control más preciso de la ejecución de los mantenimientos preventivos ya realizados y pendientes de ejecutar, esto con el fin de reducir la cantidad de mantenimientos correctivos que se dieron, durante el año 2023.
- Se logró con la herramienta digital en Power Apps llevar un registro del histórico de los mantenimientos preventivos ejecutados en los equipos, además le permite al técnico usarla como consulta técnica de cualquier necesidad relacionada con el mantenimiento preventivo de estos equipos.
- Se logró diseñar un manual de mantenimiento preventivo que sirve de guía al técnico para la correcta ejecución de las actividades que le corresponde llevar a cabo . Lo anterior con la ayuda de los manuales del fabricante y la experiencia de los técnicos del departamento de mantenimiento. En el manual se detalla cada parte del equipo a la que se debe dar mantenimiento preventivo y los pasos por seguir, esto permite unificar los mantenimientos en todos estos equipos y en las estaciones donde se va a implementar.

Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa desarrollar estudios similares para la implementación de esta herramienta creada en Microsoft 365 (Power Apps) en todos los demás equipos de medición existente en las estaciones de revisión técnica de la GAM y estaciones de revisión técnica de la periférica, ya que la herramienta en Power Apps permite extenderse a todas las estaciones del país, por parte del departamento de mantenimiento tomando en cuenta que su implementación, no requiere un costo tan elevado, porque la empresa cuenta con la licencia office 365 , el recurso humano y materiales (herramienta) para su ejecución.
- Se recomienda a la empresa crear una herramienta, que permita evaluar el índice de satisfacción al cliente, esto para poder medir la percepción del cliente, con respecto a la calidad del servicio.
- Se recomienda a la empresa dar estos mantenimientos preventivos en horas de poca demanda, para minimizar la afectación del servicio, históricamente la última hora del día es la más baja en producción, lo que sería ideal para la ejecución de estas rutinas.
- Se recomienda a la empresa tener un stock básico de repuestos en todas las sucursales, esto con el fin de que si algún equipo falla, el tiempo de paro sea el menor tiempo posible.
- Se recomienda a la empresa realizar auditorías sin previo aviso del cumplimiento de estos mantenimientos preventivos a las sucursales, esto con el fin de garantizar que se está haciendo y de forma correcta.

REFERENCIAS

Fuentes de Internet

- Alarcón, A (2018). *Programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí*. [Tesis para optar el grado académico de Maestro en Gerencia del Mantenimiento, Universidad Nacional Del Callao] Repositorio UNAC https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5865/Alarc%C3%B3n_FIME_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Análisis de causa raíz. (2023, 23 de febrero). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 07:00 pm, enero 30, 2024 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=An%C3%A1lisis_de_causa_ra%C3%ADz&oldid=149466178.
- Barahona (2016), *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para el taller de la empresa Metal Gypsum CR S.A.* Escuela de Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Repositorio TEC. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6562/Dise%c3%b1o_programa_mantenimiento_preventivo_taller_empresa_metal_gypsum.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Brenes (2016). *Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en las técnicas de mantenimiento autónomo, control visual y metodología cinco eses (5S) en la planta productiva de Grupo Espartaco*. [Trabajo de grado para optar al título Licenciatura de Tecnólogo Mecánica Industrial, TEC]. Escuela de Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Repositorio TEC. Recuperado el 30 de enero de 2024, de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6566>
- Cajamarca, H (2022). *Elaboración de un plan de mantenimiento para un frenómetro de motocicletas del Centro de Diagnósticos Automotor (CDA) Cermotos*. [Proyecto Integral de grado para optar el título de: Ingeniero Mecánico, Fundación Universidad De América]. Repositorio de Fundación Universidad De América. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8853/1/4161093-2022-1-IM.pdf>

Cenosco. (2024, 15 de febrero). *“ISO/IEC 17020:2012 Garantizar la conformidad reglamentaria con la configuración del organismo de inspección de tipo B”*.

Cenosco. Recuperado el 30 de enero de 2024 de

<https://cenosco.com/es/perspectivas/about-iso-iec-170202012#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20Organizaci%C3%B3n%20Internacional%20de,de%20sus%20actividades%20de%20inspecci%C3%B3n.%22>

Diagrama de barras (2024, 24 de enero) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 9:30 pm, 31 de enero de 2024 desde

https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_barras

Diagrama de Ishikawa. (2024, 9 de abril). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 06:29 pm, enero 30,2024

desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Diagrama_de_Ishikawa&oldid=159314676.

Dropbox. (s.f.). DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve, Control. Dropbox

Experience. Recuperado el 29 de enero de 2024, de

<https://experience.dropbox.com/es-la/resources/dmaic>

Entidad Costarricense de Acreditación. (s.f.). *Inicio*. Recuperado el 30 de enero de 2024 de <https://eca.or.cr/>

Entrevista periodística (2023, 04 de octubre) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 11:00 pm, 31 enero 2024 desde

https://es.wikipedia.org/wiki/Entrevista_period%C3%ADstica

Eumed. (2012). *Sujetos de información*. Eumed.net. Recuperado el 30 de enero de 2024, de <https://www.eumed.net/libros-gratis/2012b/1204/sujetos.html>

Falconer, V. (2016) Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para el taller de La empresa Metal Gypsum CR S.A[Practica profesional, Tecnológico de Costa Rica] Repositorio del TEC.

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6562/Dise%C3%B1o_programa_mantenimiento_preventivo_taller_empresa_metal_gypsum.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garzón, C. (2023). *Plan de Mantenimiento para los activos encargados de medir fuerzas de frenado en líneas de vehículos pesados y livianos del Centro de*

Diagnóstico Automotriz CDA IVESUR. Repositorio del Instituto Tecnológico Metropolitano. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/6042/CristianGarzon_2023.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Gómez (2018), *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento basado en la confiabilidad para los equipos más críticos de Litografía Moravia S.A., que permita una mejora del departamento de mantenimiento y una disminución de los costos asociados a paros productivos*. Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Electromecánica. Repositorio TEC. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10026/dise%c3%b1o_modelo_gestion_mantenimiento_basado_confiabilidad_para_equipos_criticos_litografia_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gráfico circular (2023, 14 de diciembre) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 11:55 pm, enero 30, 2024 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A1fico_circular

Heyne (2022), *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para los equipos del Centro de Diagnostico Automotriz Hangares S.A.S* Universitaria Pascual Bravo Facultad de Ingeniería Tecnología Mecánica Industrial, Medellín. Repositorio PASCUALBRAVO. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/1889/1/Rep_IUPB_Tec_Mec_Ind_Hangares.pdf.

Leitón, O. (2015). *Mantenimiento preventivo*. Repositorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6107/proyectorgraduacion_mantenimiento_preventivo_omarleiton.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lluvia de ideas (2024, 18 de enero) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 9:00 pm, enero 30, 2024 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia_de_ideas.

Mantenimiento preventivo. (2024, 1 de julio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 08:11pm, enero 31, 2024

desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mantenimiento_preventivo&oldid=161060285.

Mantenimiento correctivo. (2024, 17 de mayo). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 10:29pm, enero 29, 2024

desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mantenimiento_correctivo&oldid=160170074.

Optimización de procesos (2023, 16 de enero) *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 9:30 pm, enero 29 ,2024 desde

https://es.wikipedia.org/wiki/Optimizaci%C3%B3n_de_procesos

Padilla, H (2022). *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para los equipos del Centro de Diagnóstico Automotriz Hangares S.A.S.* [Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Mecánica Industrial, Universidad Pascual Bravo].

Repositorio Institución Universitaria Pascual Bravo. Recuperado el 30 de enero de 2024, de

https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/1889/1/Rep_IUPB_Tec_Mec_Ind_Hangares.pdf

Poder Judicial de Costa Rica. (s.f.). *Texto completo de la norma NRTC1 - 64622 -*

75080 - TC [Base de datos en línea]. Recuperado el 30 de enero de 2024 de

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64622&nValor3=75080&strTipM=TC

SIPOC (2021, 07 de mayo) *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 10:30 pm, enero 31 ,2024 desde

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=SIPOC&oldid=157931137>.

Slideshare. (2018). *Mantenimiento preventivo* [Presentación de diapositivas].

Recuperado de <https://es.slideshare.net/slideshow/mantenimiento-preventivo-116009581/116009581>

Tacuri, F (2021). *Planificación de mantenimiento preventivo en el sistema de freno Alstom*. [Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Empresarial, Universidad César Vallejo] Repositorio UCV.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71744/Tacuri_TFI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y




Universidad de Valencia. (s.f.). *Las fuentes de información en trabajo social*. Cibersoc.

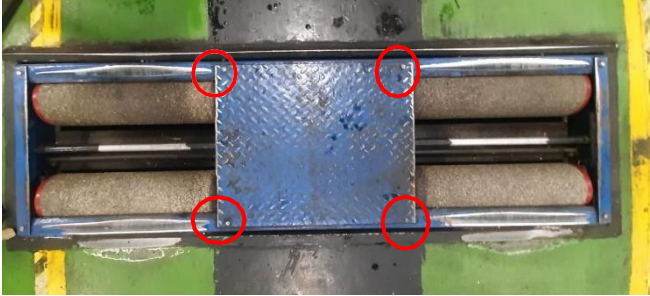
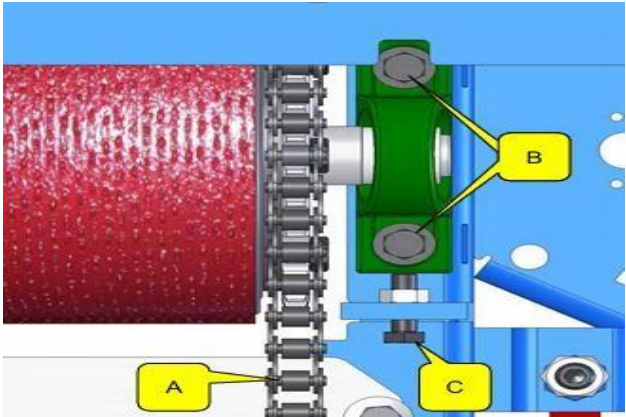
Recuperado el 29 de enero de 2024, de

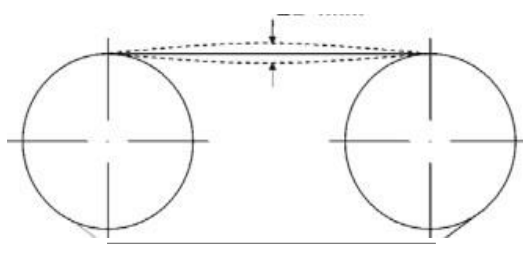

https://www.uv.es/cibisoc/tutoriales/trabajo_social/22_las_fuentes_de_información.html


APÉNDICES Y ANEXOS


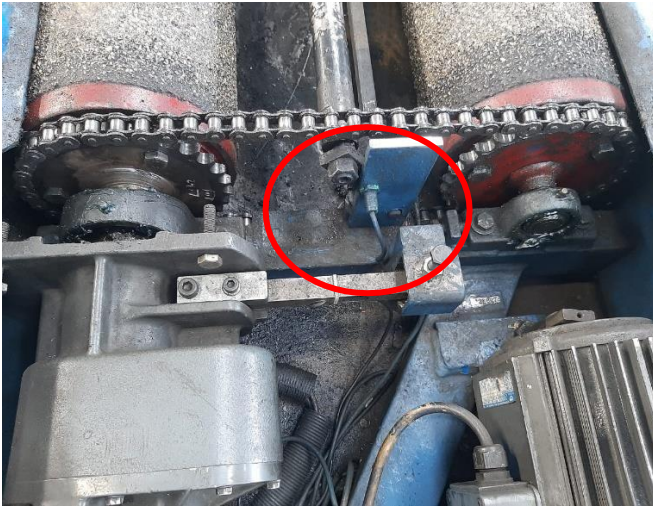
APENDICE 1:

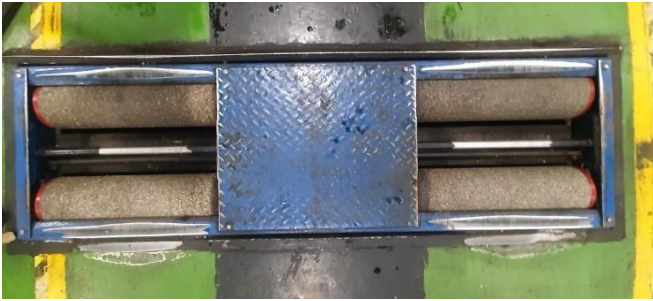


TEMA	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
<p>SEGURIDAD</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de iniciar el mantenimiento electromecánico debe apagar el equipo, presionar el botón de emergencia que corta el paso de corriente.  <ul style="list-style-type: none"> • El mantenimiento se debe llevar a cabo por una persona con conocimientos básicos en mantenimiento preventivo. • Recuerde no exponerse a riesgos innecesariamente, si detecta alguna condición de riesgo antes o durante la realización del mantenimiento preventivo detener el trabajo. • No seguir las instrucciones puede causar daños personales o materiales.
<p>EPP OBLIGATORIO</p>	<p>Debe usarse calzado de seguridad, lentes de seguridad y guantes.</p>
	
<p>ATENCION AL CLIENTE</p>	<p>Estos mantenimientos se deben ser programados en momento de baja demanda para no afectar la atención al cliente.</p>



Nº	Elementos del Frenómetro	Ilustración y/o Diagramas
1	<p>Cadena</p>	
1.1	<ul style="list-style-type: none"> Aflojar los 4 tornillos encerrados en los círculos rojos de la placa central del frenómetro y retirarla a un costado del equipo. Ver figura N°1. Se debe lavar la cadena con desengrasante posteriormente secar con una toalla limpia. Aplicar generosamente grasa en todo su largo, hacerlo girando los rodillos manualmente. Ver uso y tipo de grasa en tabla N°2. Características de los lubricantes utilizados en el mantenimiento preventivo. 	<p align="center">Figura N°1</p> 
1.2	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar el juego de la cadena (A), debería poder moverse con la mano aprox. 5 mm arriba y abajo. Ver figura N°3. Si la cadena presenta una tensión demasiado baja o alta, seguir los siguientes pasos: 1. Aflojar los tornillos de fijación (B). 2. Ajustar la cadena a la tensión correctamente mediante el tornillo tensor (C). 3. Volver a apretar los tornillos de fijación (B). Ver figura N°2. Colocar nuevamente la tapa central del frenómetro y volver a colocar los 4 tornillos laterales. Ver figura n°1. 	<p align="center">Figura N°2 Ajuste de Cadena</p> 

1,3	<p>Nota: La tensión de las cadenas debe comprobarse por primera vez a los 14 días de uso después de la puesta en servicio, y después mensualmente por recomendación del fabricante. Esta holgura se puede medir con una cinta métrica.</p>	<p>Figura n°3 Holgura en la cadena 5mm</p> 
2	<p>Muñoneras y rodamientos</p>	<p>Figura 4 Tapa central y cobertores laterales</p>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Soltar tornillos de la tapa central y cobertores laterales encerrados en el círculo rojo del frenómetro. Ver figura 4. • Lavar las muñoneras con desengrasante. • Limpiar con una toalla limpia la superficie externa de la muñonera y el rodamiento. • Verificar que la muñonera y los rodamientos se encuentren en buen estado. 	

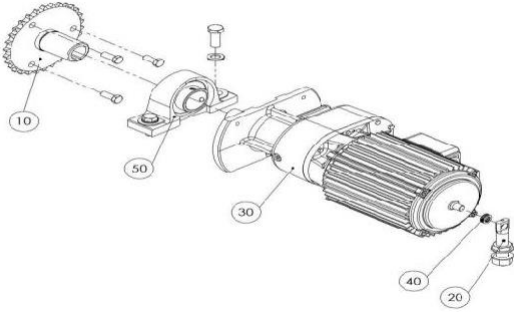
2,2	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar grasa hasta que se observe la grasa a los costados del rodamiento. Ver uso y tipo de grasa en tabla N°2. Características de los lubricantes utilizados en el mantenimiento preventivo. • Limpiar excedente y volver a colocar la tapa central y laterales del frenómetro. • Nota en caso de que sea necesario soltar la muñonera volver a dar el ajuste correcto de la cadena según procedimiento de ajuste de cadena en el punto 1.2 de este manual. 	<p>Figura N°5 Muñonera y Rodamiento</p> 
3	<p>Barra tencionométrica</p>	<p>Figura N°6 Barra Tensionometrica</p>

3,1	<ul style="list-style-type: none"> • Aflojar los 4 tornillos de la placa central del frenómetro y retirarla a un costado del equipo. Ver figura 4. • Se debe verificar el estado físico de la barra tensionométrica que no presente fisuras ni golpes. • Se debe verificar que este bien sujeta con la mano, en caso de estar floja socar los tornillos Allen que la sujetan. Ver figura N°6. • La barra lleva un cable eléctrico por debajo verificar que se encuentre en buen estado. • Colocar nuevamente la tapa central del frenómetro y volver a colocar los 4 tornillos laterales. <p>Nota: Es importante tomar en cuenta que si se requiere cambiar dicha barra se debe coordinar con el departamento de mantenimiento, para que ellos coordinen la calibración una vez remplazada.</p>	
4	Sensor Inductivo	Figura N°7 Sensor Inductivo
4.1	<ul style="list-style-type: none"> • Aflojar los 4 tornillos de la placa central del frenómetro y retirarla a un costado del equipo. Ver figura 1. • Verificar el estado poniendo atención a fisuras, fijación, estado del sensor inductivo. • Limpiar con una toalla limpia la superficie donde hace contacto con la barra central. • Colocar nuevamente la tapa central del frenómetro y volver a colocar los 4 tornillos laterales. 	
5	Rodillos	Rodillos de frenómetro livianos

5.1	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará una inspección visual prestando atención a estado del cilindro metálico, fisuras, desgaste en el área de contacto con las ruedas de los vehículos, desprendimiento de la resina. Ver figura N°8. • En caso de que el rodillo presente desprendimiento de la resina se debe coordinar la reparación un día que la estación cierre ya que se le debe dar un tiempo de secado de 24 horas aproximadamente. 	
	<p>Reparación de la superficie de los rodillos.</p>	<p>Figura N°8 Rodillo con desprendimiento de resina</p>
5.2	<p>Herramientas que se deben utilizar para su aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 limpiador de contacto: • 1 espátula. • 1 toalla para secar la superficie o el compresor de aire. • Mezcla de recubrimiento. 	
5.3	<p>Método de empleo del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que en el rodillo no haya más recubrimientos con riesgo de desprenderse • Si es el caso deberán eliminar dicha capa que se encuentra por desprenderse. • Eliminar la suciedad, aceite, grasa, etc. con un limpiador adecuado. • Las superficies para recubrir deben de estar similar al metal desnudo para su buena aplicación. Ver figura N° 9. • La superficie después de su limpieza debe estar seca y sin corrosión para una buena adherencia del producto. 	 <p>Figura N° 9 Preparación de la superficie</p>

5.4	<p>Mezclado de resina con Endurecedor:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Mida 2 partes de resina por 1 parte de endurecedor en volumen. b) Utilice la cantidad estrictamente necesaria de mezcla para la reparación del rodillo, aplíquela sobre una superficie limpia y seca, ya que lo que no se utilice se pierde porque se seca y no sirve para una próxima reparación. Mezcle ambos productos con una espátula hasta obtener un color uniforme. Si las temperaturas de la resina y el endurecedor son de 15°C o inferiores, aplicar precaliente solo a la resina a aproximadamente 32°C pero sin exceder los 38°C. 	<p style="text-align: center;">Poxico para Rodillos</p> 
5.5	<p>Aplicación de la resina ya mezclada.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar el material totalmente mezclado sobre la superficie previamente preparada. 2. Aplicar hasta obtener el grosor de la resina del rodillo. Ver figura N°10. 3. Evitar dejar aire atrapado entre el metal y la resina del rodillo. 4. El tiempo de secado de la resina debe ser como mínimo 24 horas para su adherencia. 	 <p style="text-align: center;">Figura N° 10 Aplicación de la Resina</p>
5.6	<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> Después de realizar la unión de las mezclas esta no se puede guardar ni revolver con los otros recipientes ya que si se unen el material se daña y no servirá para otra ocasión. 	
6	Motorreductor	Figura N° 11 Motorreductores

6.1	<ul style="list-style-type: none"> • Aflojar los 4 tornillos de la placa central del frenómetro y retirarla a un costado del equipo. Ver figura 1. • Se debe prestar atención al estado de los retenedores, fijación y que no haya fugas de aceite. • Limpieza y lubricación de los rodamientos. Ver uso y tipo de grasa en tabla N°2. Características de los lubricantes utilizados en el mantenimiento preventivo. • Revisar que el cableado eléctrico se encuentre en buen estado. 	
-----	---	--

6.2	<p>Nota: El motorreductor no se desarma únicamente se le da un mantenimiento externo, en caso de falla se debe coordinar con el departamento de mantenimiento para su reparación por un proveedor externo.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 12 Motorreductor</p> <table border="0"> <tr> <td>10: Rueda dentada</td> <td>40 Anillo de calce</td> </tr> <tr> <td>20: Soprte de motor</td> <td>50: Rodamiento</td> </tr> <tr> <td>30: Motor de engranajes</td> <td></td> </tr> </table>	10: Rueda dentada	40 Anillo de calce	20: Soprte de motor	50: Rodamiento	30: Motor de engranajes	
10: Rueda dentada	40 Anillo de calce							
20: Soprte de motor	50: Rodamiento							
30: Motor de engranajes								



7	Barra central	Figura N° 13 Barra Central
7.1	<ul style="list-style-type: none"> • Soltar tornillos y retirar las tapa central y cobertores laterales del frenómetro. Ver figura 4. • Soltar el resorte lateral derecho, lavar y revisar estado. Ver figura N° 13. • Verificar el estado de la barra central poniendo atención a deformaciones, corrosión, rotación y fisuras. • Lavar con desengrasante secar y lubricar los rodamientos que se encuentran en cada extremo de la barra. Ver tabla N°2. Características de los lubricantes utilizados en el mantenimiento preventivo. • Revisar que los topes de la barra se encuentren en buen esta ver figura N°13. Señalado con la flecha roja. • 	

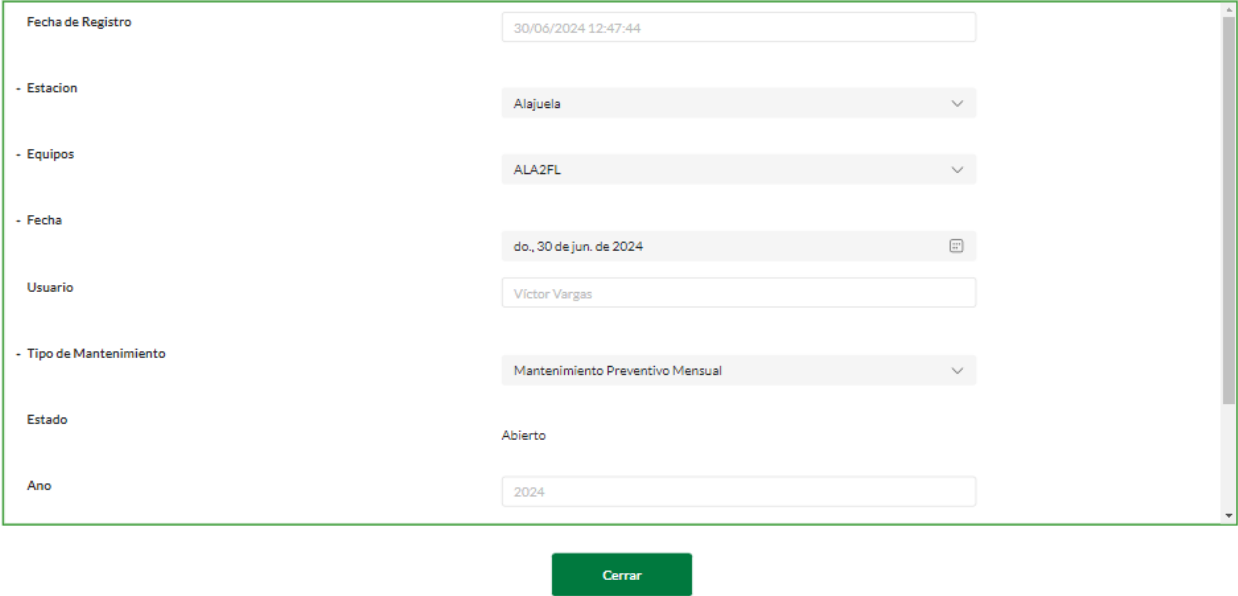
Tabla N°2 Características de los lubricantes utilizados en el mantenimiento preventiva.

N°	Grasa para la Cadena	Modo de uso	Datos Técnicos										
1	<p>ROST OFF G RADO ALIMENTICIO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> •Agite la lata antes de aplicar. •Aplicarlo a una distancia de aproximadamente 20 cm. •Pulverice el Rost Off Grado alimenticio en la superficie a ser tratada y déjelo penetrar. •En lugares de difícil acceso, utilice el prolongador que acompaña al envase. •Si es necesario, repita la operación y prolongue el tiempo de penetración, facilitando así la liberación de las piezas. 	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1122 468 1321 621">Densidad a 50°C (del ingrediente activo)</td> <td data-bbox="1321 468 1521 621">0,815 g/ml</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1122 621 1321 730">Viscosidad taza Ford 4</td> <td data-bbox="1321 621 1521 730">12"</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1122 730 1321 873">Temperatura de aplicación</td> <td data-bbox="1321 730 1521 873">-25°C a+180°C</td> </tr> </table>	Densidad a 50°C (del ingrediente activo)	0,815 g/ml	Viscosidad taza Ford 4	12"	Temperatura de aplicación	-25°C a+180°C				
Densidad a 50°C (del ingrediente activo)	0,815 g/ml												
Viscosidad taza Ford 4	12"												
Temperatura de aplicación	-25°C a+180°C												
	<p>Grasa para Rodamientos en general</p>	<p>Modo de Uso</p>	<p>Datos Técnicos</p>										
2	<p>AKRON LITHIUMPLEXP2</p> 	<p>Para obtener el mejor resultado posible no se debe mezclar con otros tipos de grasas. Debe aplicarse en superficies limpias, quitando toda la grasa lubricante existente, aunque ésta tenga la misma apariencia que la grasa nueva</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1122 1142 1308 1251">Grado NLGI</td> <td data-bbox="1308 1142 1521 1251">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1122 1251 1308 1371">Penetración a 25°C (60G)</td> <td data-bbox="1308 1251 1521 1371">280 dm</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1122 1371 1308 1491">Pérdida Lavado con Agua.</td> <td data-bbox="1308 1371 1521 1491">2%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1122 1491 1308 1610">Viscosidad aceite lubricación.</td> <td data-bbox="1308 1491 1521 1610">ISO 150</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1122 1610 1308 1730">Temperatura de Goteo.</td> <td data-bbox="1308 1610 1521 1730">285 °C</td> </tr> </table>	Grado NLGI	2	Penetración a 25°C (60G)	280 dm	Pérdida Lavado con Agua.	2%	Viscosidad aceite lubricación.	ISO 150	Temperatura de Goteo.	285 °C
Grado NLGI	2												
Penetración a 25°C (60G)	280 dm												
Pérdida Lavado con Agua.	2%												
Viscosidad aceite lubricación.	ISO 150												
Temperatura de Goteo.	285 °C												

Fuente: Ficha Técnica Akron-Lithiumplex-XP2 y Ficha Técnica grasa WURTH.

APENDICE 2:

Nº	Manual de Uso de la Herramienta de Microsoft 365 Power Apps																														
1	Figura N°1 Caratula de la herramienta Power Apps																														
1.1	<p data-bbox="245 449 1523 527">Inicio</p>  <table border="1" data-bbox="841 527 1523 989"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Año</th> <th>Tipo Mantenimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>2024</td> <td>Mantenimiento Preventivo Mensual</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="841 611 1523 947"> <thead> <tr> <th>Estación</th> <th>Estado</th> <th>Cant. Puntos Abiertos</th> <th>Progreso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alajuela - ALA1FD</td> <td>Cerrado</td> <td>0 de 8</td> <td><div style="width: 0%;"></div></td> </tr> <tr> <td>Alajuela - ALA2FL</td> <td>Cerrado</td> <td>0 de 8</td> <td><div style="width: 0%;"></div></td> </tr> <tr> <td>Alajuela - ALA3FL</td> <td>Cerrado</td> <td>0 de 8</td> <td><div style="width: 0%;"></div></td> </tr> <tr> <td>Alajuela - ALA4FL</td> <td>Cerrado</td> <td>0 de 8</td> <td><div style="width: 0%;"></div></td> </tr> <tr> <td>Cartago - CAR1FD</td> <td>Cerrado</td> <td>0 de 8</td> <td><div style="width: 0%;"></div></td> </tr> </tbody> </table>	Mes	Año	Tipo Mantenimiento	5	2024	Mantenimiento Preventivo Mensual	Estación	Estado	Cant. Puntos Abiertos	Progreso	Alajuela - ALA1FD	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>	Alajuela - ALA2FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>	Alajuela - ALA3FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>	Alajuela - ALA4FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>	Cartago - CAR1FD	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>
Mes	Año	Tipo Mantenimiento																													
5	2024	Mantenimiento Preventivo Mensual																													
Estación	Estado	Cant. Puntos Abiertos	Progreso																												
Alajuela - ALA1FD	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>																												
Alajuela - ALA2FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>																												
Alajuela - ALA3FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>																												
Alajuela - ALA4FL	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>																												
Cartago - CAR1FD	Cerrado	0 de 8	<div style="width: 0%;"></div>																												
1.2	<p data-bbox="245 1115 1523 1430">En la pantalla inicial se encuentra un botón de nueva solicitud, ajuste y orden de trabajo, al lado derecho se puede visualizar el mes, año en que se realizó el mantenimiento y tipo de mantenimiento, además se puede observar la estación, el estado en que se encuentra la orden de trabajo (abierta o cerrada) y el progreso del mantenimiento que lleva cada equipo por estación. Para más detalle da cada botón se dará una explicación de cada botón para mejor entendimiento de la persona que va a utilizar la herramienta.</p>																														
2	Figura N°2 Botón de nueva solicitud																														

<p>2.1</p>	
<p>2,2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente se selecciona el botón de Nueva Solicitud marcado con un círculo rojo en la figura N°1. • La fecha se cargará de forma automática del día en que se generó la solicitud, no permite editarla para evitar modificaciones en la fecha que se realizó la solicitud. • Se elije la estación, al lado derecho existe un despegable donde pude seleccionar la estación donde se va a realizar el mantenimiento preventivo. • Se elije el equipo que se le va a ejecutar el mantenimiento preventivo, al lado derecho existe un despegable donde puede elegir dicho equipo que está asociado a la estación que selecciono anteriormente. • Se selecciona la fecha en que se programó realizar el mantenimiento preventivo del equipo. • La aplicación selecciona el usuario de forma automática que creo la solicitud de trabajo, dato que no permite ser modificado. • Selecciona el tipo de mantenimiento que se le va a ejecutar al equipo puede ser mensual o cuatrimestral. Esta selección va de acuerdo con lo que le corresponde en el momento.

- El estado lo selecciona automáticamente la aplicación, siempre va a indicar abierto, una vez completado el trabajo en la orden de trabajo se cambia a cerrado.
- El año lo carga de forma automática la aplicación y no se puede editar.
- En la parte superior derecha existe un botón de guardar, una vez que se completa toda la información se le da guardar para que se genere la orden de trabajo.
- En caso de haber empezado a crear la solicitud y no se desee terminarla le da clic al botón que está abajo en el centro cerrar y no se guardara ningún dato.

3

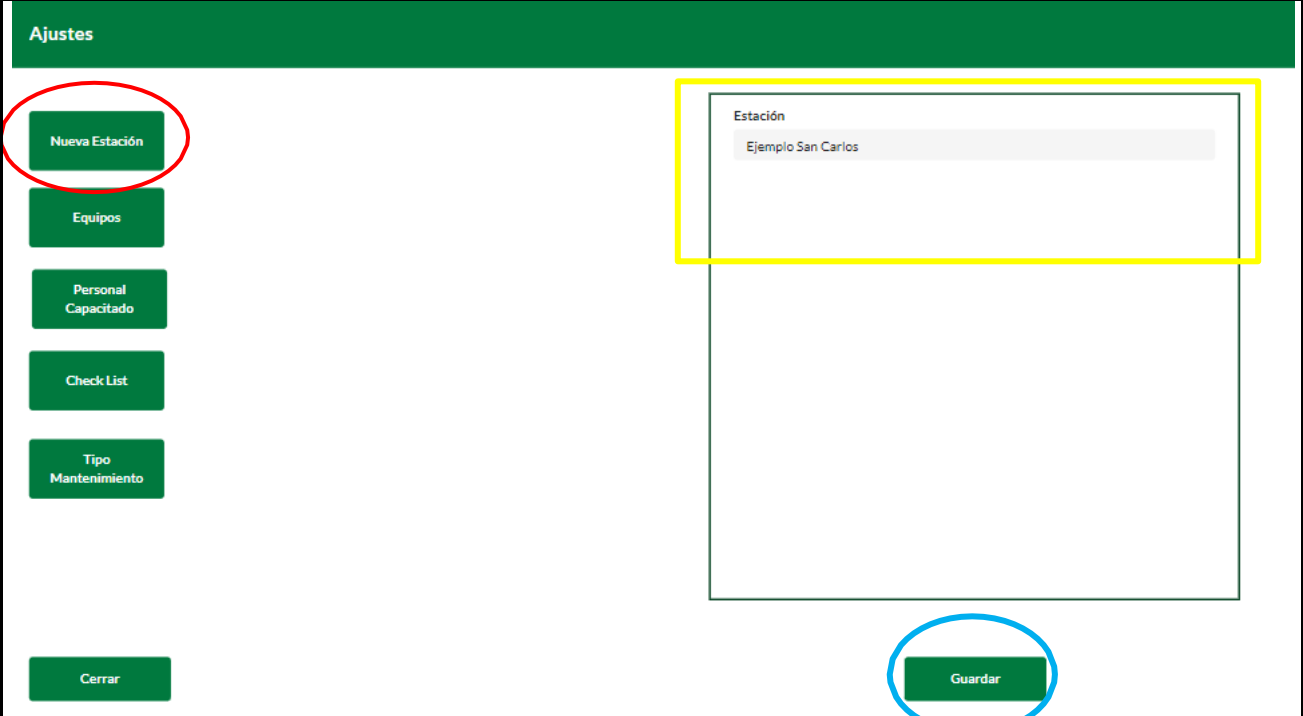
Figura N°3 Orden de Trabajo.

3.1

3.2

- Se selecciona el botón de **Orden de Trabajo** marcado en el circulo color amarillo como se muestra en la figura N° 1.

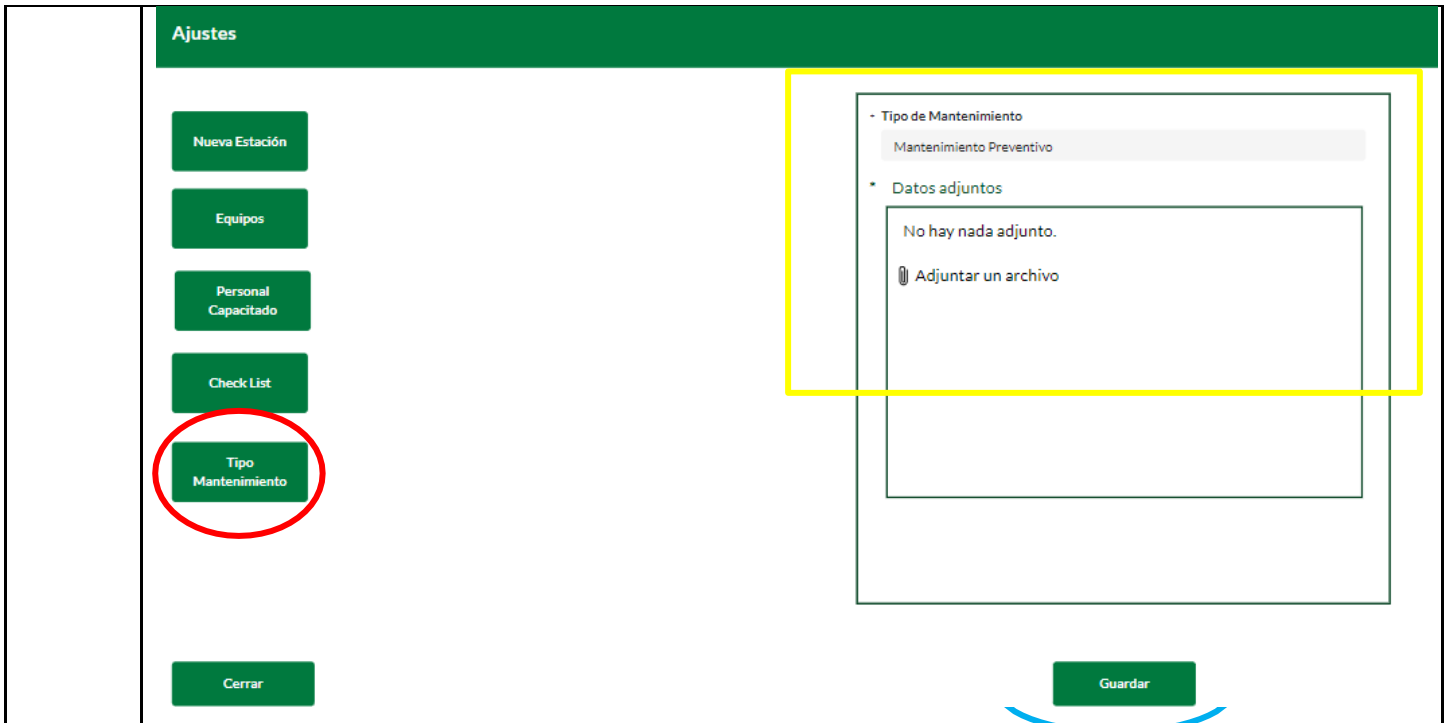
- Se selecciona la estación y el estado de la orden de trabajo (abierta o cerrada), que se encuentra en la parte superior izquierda marcados con círculos rojos que se muestra en la figura N°3.
- Una vez realizado el punto anterior le aparecerá la orden de trabajo del equipo al que se le desea realizar el mantenimiento preventivo de forma automática, esto se puede visualizar en el cuadro amarillo lado izquierdo en la figura N°3, el cual tiene una fecha y el nombre del equipo, se dará clic sobre a dicha orden de trabajo el cual va a desplegar al lado derecho de la pantalla el manual de mantenimiento preventivo que puedes utilizar como guía para ejecutar la rutina de mantenimiento preventivo.
- En el centro de la pantalla muestra un check list, donde vienen los puntos del equipo que se deben dar mantenimiento preventivo, se debe completar la fecha y hora de inicio y la fecha y hora de finalización de cada punto, una vez finalizado se debe dar clic en el cuadro que está a la par donde dice estado ver cuadro rojo en figura N°3, esto para que se actualice de forma automática el progreso del mantenimiento preventivo de ese equipo, información que podrá visualizar en la figura N°1 de esta herramienta al lado derecho.
- Luego donde dice personal capacitado ver cuadro anaranjado se despliega una lista de personas ya seleccionada por la empresa para ejecutar estos mantenimientos preventivo, ahí selecciona el nombre de la persona que realizó dicha actividad.
- En observaciones ver cuadro celeste se anotarán todos los hallazgos que se detectaron al momento de la ejecución de la rutina de mantenimiento preventivo del equipo información que será útil para futuros mantenimientos preventivos, incluso mantenimientos correctivos si fuera el caso.
- Este procedimiento se debe aplicar para cada punto citado en el check list de igual forma.
- Una vez completado el mantenimiento preventivo de cada punto se le dará guardar en el botón superior derecho en cerrado en el círculo azul, una vez realizada esta acción la herramienta cambia automáticamente la orden de trabajo de abierta a cerrada.

4	Figura N°4 Botón de Ajuste.
	Se selecciona el botón de Ajuste marcado en el círculo de color celeste que se muestra en la figura N°1, ahí se visualizaran varios botones el cual se detallan a continuación.
4.1	Figura N°4.1 Botón Nueva estación
	 <p>The screenshot shows a green header bar with the text 'Ajustes'. Below it is a vertical list of green buttons: 'Nueva Estación', 'Equipos', 'Personal Capacitado', 'Check List', and 'Tipo Mantenimiento'. At the bottom left is a 'Cerrar' button. On the right side, a form is displayed with a text input field containing 'Ejemplo San Carlos' and a 'Guardar' button at the bottom right. The 'Nueva Estación' button is circled in red, the 'Guardar' button is circled in blue, and the input field is enclosed in a yellow box.</p>
4.1.1	Se selecciona el botón Nueva Estación marcado en el círculo color rojo que se muestra en la figura N°4.1 automáticamente despliega lo que se muestra en la pantalla al lado derecho marcado en el cuadro amarillo, este botón lo que permite es poder agregar las estaciones donde se va a implementar el mantenimiento preventivo. Por último, se le da guardar en el botón marcado con un círculo color celeste para que quede en la base de datos registrado.
4.2	Figura N°4.2 Botón Equipos

4.2.1	<p>Se selecciona el botón Equipos marcado en el círculo de color amarillo que se muestra en la figura N°4.2 automáticamente despliega lo que se muestra marcado con el cuadro de color rojo a la derecha, la fecha se carga automáticamente del día que se agrega el equipo. Este botón lo que permite es poder agregar los equipos (frenómetro liviano) de las estaciones donde se va a implementar el mantenimiento preventivo. Por último, se le da guardar en el botón marcado con un círculo de color celeste, para que quede en la base de datos registrado.</p>
4.3	<p>Figura N°4.3 Botón Personal Capacitado.</p>

4.3.1	<p>Se selecciona el botón Personal Capacitado marcado con el círculo de color rojo que se muestra en la figura N°4.3, automáticamente despliega lo que se muestra marcado con un cuadro amarillo al lado derecho de la pantalla, este botón lo que permite agregar las personas que van a realizar el mantenimiento preventivo en las estaciones de revisión técnica, la fecha se carga automáticamente del día que se agregó la persona. Por último, se le da guardar en el botón marcado con un círculo de color celeste, para que quede en la base de datos registrado.</p>
4.4	<p>Figura N°4.4 Botón Check List</p>

4.4.1	<p>Se selecciona el botón CHECK LIST marcado con el círculo de color rojo que se muestra en la figura N°4.4, automáticamente despliega lo que se muestra marcado con un cuadro amarillo al lado derecho de la pantalla, este botón lo que permite es agregar los puntos que se van a inspeccionar del equipo, la fecha se carga automáticamente del día que se agregaron los puntos. Por último, se le da guardar en el botón marcado con un círculo de color celeste, para que quede en la base de datos registrado.</p>
4.5	<p>Figura N°4.5 Botón Tipo de Mantenimiento.</p>



Se selecciona el botón **Tipo de Mantenimiento** marcado con el círculo de color rojo que se muestra en la figura N°4.5, automáticamente despliega lo que se muestra marcado con un cuadro de color amarillo al lado derecho de la pantalla, este botón lo que permite es agregar los tipos de mantenimientos que se van a ejecutar en los equipos, además permite agregar archivos como el manual de mantenimiento preventivo en pdf que pueden servir como guía para la ejecución de la rutina de mantenimiento. Por último, se le da guardar en el botón marcado con un círculo de color celeste, para que quede en la base de datos registrado.

Nota: El botón **cerrar** que aparece en todas las pantallas anteriores se puede utilizar para salirse de donde se encuentra y no se guarda ningún dato registrado.

Anexo 1.

NORMA INTERNACIONAL ISO/IEC 17020

Traducción oficial.

Instalaciones y equipos

6.2.1 El organismo de inspección debe disponer de instalaciones y equipos adecuados y suficientes para permitir que se realicen todas las actividades asociadas con la inspección de manera competente y segura.

NOTA El organismo de inspección no tiene que ser el propietario de las instalaciones o equipos que utiliza. Las instalaciones y los equipos pueden ser prestados, alquilados o provistos por otra parte (por ejemplo, el fabricante o instalador del equipo). Sin embargo, la responsabilidad de la adecuación y el estado de calibración del equipo utilizado en la inspección, ya sea de propiedad del organismo de inspección o no, recae exclusivamente en el organismo de inspección.

6.2.2 El organismo de inspección debe disponer de reglas para el acceso y la utilización de instalaciones y equipos especificados que se utilizan para realizar las inspecciones.

6.2.3 El organismo de inspección debe asegurarse de la adecuación continua de las instalaciones y los equipos mencionados en 6.2.1 para su uso previsto.

6.2.4 Se deben definir todos los equipos que tienen una influencia significativa en los resultados de la inspección y, cuando corresponda, se les debe proporcionar una identificación única.

6.2.5 Todos los equipos (véase 6.2.4) se deben mantener de acuerdo con procedimientos e instrucciones documentados.

6.2.6 Cuando corresponda, los equipos de medición que tienen una influencia significativa en los resultados de la inspección deben ser calibrados antes de su puesta en servicio, y a partir de entonces, según un programa establecido.

6.2.7 El programa general de calibración de los equipos se debe diseñar e implementar de tal manera que se asegure que, siempre que sea posible, las mediciones efectuadas por el organismo de inspección sean trazables a patrones nacionales o internacionales de medición, si están disponibles. En los casos en los que la trazabilidad a patrones de medición nacionales o internacionales no sea aplicable, el organismo de inspección debe mantener evidencia suficiente de la correlación o exactitud de los resultados de inspección.

6.2.8 Los patrones de medición de referencia en poder del organismo de inspección deben utilizarse únicamente para la calibración y para ningún otro fin. Los patrones de referencia se deben calibrar proporcionando trazabilidad a un patrón nacional o internacional de medición.

6.2.9 Cuando sea pertinente, los equipos deben someterse a comprobaciones internas entre recalibraciones periódicas.

6.2.10 Los materiales de referencia deben, en lo posible, ser trazables a materiales de referencia, nacionales o internacionales cuando éstos existan.

6.2.11 Cuando sea pertinente para los resultados de las actividades de inspección, el organismo de inspección debe disponer de procedimientos para:

seleccionar y aprobar proveedores;

verificar los bienes y servicios que se reciben;

asegurar instalaciones de almacenamiento adecuadas.

6.2.12 Cuando corresponda, se debe evaluar, a intervalos adecuados, la condición de los ítems almacenados para detectar deterioros.

6.2.13 Si el organismo de inspección utiliza equipos informáticos o automatizados en conexión con las inspecciones, debe garantizar que:

el software es adecuado para el uso;

NOTA Esto se puede realizar:

- validando los cálculos antes del uso;
- revalidando periódicamente el hardware y el software relacionado;
- revalidando cada vez que se hagan cambios en el hardware o software relacionado;
- implementando actualizaciones del software, si fuera necesario.

se establecen e implementan procedimientos para proteger la integridad y seguridad de los datos;

se mantienen los equipos informáticos y automatizados con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.

6.2.14 El organismo de inspección debe disponer de procedimientos documentados para tratar los equipos defectuosos. Los equipos defectuosos deben ser retirados del servicio por segregación, etiquetado o marcado muy visible. El organismo de inspección debe analizar las consecuencias de los defectos sobre las inspecciones precedentes y, cuando sea necesario, tomar las acciones correctivas adecuadas.

6.2.15 Se debe registrar la información correspondiente a los equipos, incluido el software. Esto debe incluir la identificación y, cuando corresponda, la información referida a la calibración y al mantenimiento.