

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN FRENÓMETRO DE
MOTOCICLETAS DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICOS AUTOMOTOR (CDA)
CERMOTOS.**

HAROLD STEVEN CAJAMARCA PARRADO

BRIAN ALEJANDRO DIAZ DIAZ

**Proyectó integral de grado para optar el título de:
INGENIERO MECÁNICO**

Orientador

José Mauricio Reyes Vergara

INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ D.C

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN.

José Mauricio Reyes Vergara
Firma del director

Nombre
Firma del presidente jurado

Nombre
Firma del jurado

Nombre
Firma del jurado

Bogotá D.C. Febrero del 2022

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonzo Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad

Dr. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director del Programa

Dra. María Angelica Acosta Pérez

DEDICATORIA

Esta meta cumplida es gracias a mis padres, hermano y abuelos... Wilson Armando Cajamarca Castro, Marilyn Parrado Murcia, Joan Nicolas Cajamarca Parrado, Julio Enrique Cajamarca Baquero y Blanca Beatriz Castro de Cajamarca por ser un gran ejemplo de trabajo, esfuerzo, dedicación, superación, admiración y cuidar de mí en todo momento, por brindarme su apoyo incondicionalmente que son el pilar fundamental para seguir cumpliendo todas mis metas, ante todo esto también dedico a Dios por tenerlos con bien a toda mi familia.

HAROLD STEVEN CAJAMARCA PARRADO

Este logro cumplido en mi vida va para mis padres, abuelos, hermana, que son un ejemplo a seguir por su gran esfuerzo, dedicación y consejos transmitidos, de igual manera a Dios por darnos salud y vigencia a lo largo de mi carrera, por lo tanto, esta meta es por ellos por brindarme su apoyo incondicional en este gran paso y siendo una pieza importante para seguir creciendo como profesional.

BRIAN ALEJANDRO DIAZ DIAZ

AGRADECIMIENTOS

Darle gracias a Dios por darme la oportunidad de culminar con éxitos una meta más, por darme su sabiduría y guiarme por el buen camino. A mi familia por brindar su apoyo y confianza para poder culminar esta meta en mi vida. Agradezco a la FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA por brindarme conocimientos, valores y formarme como un excelente profesional y a sus docentes por haber impartido sus conocimientos.

HAROLD STEVEN CAJAMARCA PARRADO

Agradezco a Dios por permitirme culminar mis estudios de manera exitosa, a mis padres, hermana y familia por el apoyo incondicional y los valores dados, a mis docentes por inculcar en mí los conocimientos y prepararme para la siguiente etapa de mi vida, a mis compañeros por hacer que mi paso por la Universidad fuera ameno, a la Fundación Universidad de América y sus directivos por formarnos como excelentes profesionales en Ingeniería mecánica.

BRIAN ALEJANDRO DIAZ DIAZ

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificables y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. Pregunta de ingeniería	12
2. ANTECEDENTES	13
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	16
4.1. Objetivo general	16
4.2. Objetivos específicos	16
5. DELIMITACIÓN	17
6. MARCO TEÓRICO	18
6.1. Ventajas.	18
6.2. ¿Qué es el mantenimiento preventivo?	18
6.2.1. <i>Tipos de mantenimiento preventivo</i>	19
6.2.2. <i>¿Cómo realizar el mantenimiento preventivo?</i>	20
6.2.3. <i>Celdas de carga</i>	21
6.2.4. <i>Galga extensiométrica</i>	22
7. HIPÓTESIS O PROPUESTA DE SOLUCIÓN	23
8. DISEÑO METODOLÓGICO	24
8.1. Investigación descriptiva	24
9. RESULTADOS	25

9.1. Diagnóstico de la situación actual del mantenimiento del frenómetro	25
9.2. Caracterización del equipo	33
9.2.1. <i>Mecánicos</i>	40
9.2.2. <i>Eléctricos</i>	41
9.2.3. <i>Estructural</i>	41
9.3. Evaluación y selección de la estrategia que mejor se adapte a las particularidades del equipo	43
9.3.1. <i>Tpm</i>	43
9.3.2. <i>Rcm</i>	44
9.3.3. <i>Mantenimiento planificado</i>	46
9.3.4. <i>Mantenimiento basado en la optimización (PMO)</i>	47
9.4. Plan de mantenimiento para llevar el control por horas funcionales, tipo de análisis de falla y solución a estas	48
9.4.1. <i>Selección del equipo</i>	48
9.4.2. <i>Definición del contexto operacional</i>	49
9.4.3. <i>Función del equipo</i>	49
9.4.4. <i>Falla funcional y modo de falla</i>	49
9.4.5. <i>Identificación de los efectos de falla</i>	53
9.4.6. <i>Consolidación de las acciones a tomar en los efectos de falla</i>	56
9.4.7. <i>.Plan de mantenimiento</i>	62
9.5. Análisis financiero de la propuesta	65
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	73

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. <i>Encuesta de Mantenimiento.</i>	27
Figura 2. <i>Conocimiento del mantenimiento.</i>	29
Figura 3. <i>Tiempos de mantenimiento.</i>	30
Figura 4. <i>Manual de Mantenimiento.</i>	30
Figura 5. <i>Importancia del manual de mantenimiento.</i>	31
Figura 6. <i>Sugerencias referentes al manual de mantenimiento.</i>	31
Figura 7. <i>Inconvenientes en el mantenimiento del equipo.</i>	32
Figura 8. <i>Comprobación de la tensión de cadena.</i>	33
Figura 9. <i>Lubricación de bisagras de rodillo tensor.</i>	35
Figura 10. <i>Componentes del banco de prueba.</i>	36
Figura 11. <i>Teclas de control del frenómetro.</i>	37
Figura 12. <i>Juego de rodillos.</i>	39
Figura 13. <i>Banco de prueba.</i>	39
Figura 14. <i>Dimensiones totales del banco de prueba.</i>	42
Figura 15. <i>Descripción de la tabla de modo de falla.</i>	50
Figura 16. <i>Descripción de código MDF.</i>	50
Figura 17. <i>Modo de falla.</i>	51
Figura 18. <i>Efectos de falla.</i>	53
Figura 19. <i>Descripción de la tabla actividad de mantenimiento.</i>	56
Figura 20. <i>Descripción del código.</i>	57
Figura 21. <i>Actividades de mantenimiento.</i>	57
Figura 22. <i>Plan de mantenimiento.</i>	63

RESUMEN

Este documento presenta como objetivo principal la elaboración un plan de mantenimiento para el FRENÓMETRO de motocicletas ubicado en el centro de diagnósticos automotor CDA CERMOTOS, la cual a la fecha no tiene ningún plan de mantenimiento para dicho equipo, esta entidad funciona exclusivamente al examinar y validar las motocicletas que ingresan al centro de diagnóstico, inicialmente se realizó un diagnóstico actual del FRENÓMETRO, seguido de la caracterización del equipo para seleccionar qué mantenimiento es el adecuado, cumpliendo con estos parámetros podemos evaluar y seleccionar la estrategia que se adapte mejor a las particularidades del FRENÓMETRO , una vez determinados estos parámetros se procede a elaborar el plan de mantenimiento para llevar un control por horas funcionales, tipo de análisis de falla y solución de estas, todo con el fin de tener un impacto positivo en la empresa y una mejor optimización en sus procesos.

PALABRAS CLAVE: FRENÓMETRO, CELDAS DE CARGA, GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS, RODAMIENTOS, MANTENIMIENTO.

INTRODUCCIÓN

Dada la accidentabilidad en el sector automotriz se han implementado estrategias de control como lo son las inspecciones periódicas y es por esto que los centros de diagnóstico automotor surgen como respuesta a esta necesidad como lo es el caso del centro de diagnóstico automotriz CDA CERMOTOS. Dicho centro posee una serie de equipos y elementos para adelantar el proceso de diagnóstico automotor, uno de los cuales es el frenómetro para motocicletas el cual es el objeto de estudio del presente documento. Inicialmente se hace el diagnóstico de la situación actual en la que está el frenómetro, así mismo realizando una evaluación y selección de la estrategia que mas se adapta a las particularidades del equipo para identificar los modos de falla, efectos de falla y actividades de mantenimiento y así finalmente consolidar un plan de mantenimiento para dicho equipo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al revisar el manual de mantenimiento del equipo FRENÓMETRO que los fabricantes o proveedores le entregan a los CDA para su estudio como guía de operación y mantenimiento, se observa que la información referente al mantenimiento del equipo es pobre y ambigua, en donde las actividades de mantenimiento se limitan a describir actividades rutinarias de limpieza y lubricación, las cuales no dan respuesta a situaciones en donde se tengan fallas en el equipo, tampoco se tiene en cuenta factores importantes como frecuencias de mantenimiento de acuerdo a la cantidad de vehículos inspeccionados, variables mecánicas y eléctricas de sus componentes.

Este manual simplemente indica que en el caso de falla se debe informar al proveedor del equipo para que realice los correctivos necesarios, y así, disponer nuevamente el dispositivo en condiciones de operación. Al ser estas acciones ejecutadas por el proveedor del equipo, el tiempo de respuesta queda condicionado a la disponibilidad de tiempo del proveedor, esto ocasiona paradas indeseables y por ende pérdidas al interior del centro de diagnóstico automotor ya que no se pueden inspeccionar las motocicletas. Con el objetivo de dar solución a este problema, se plantea la consolidación de la presente propuesta para que el tiempo de respuesta sea más corto, mejorando la disponibilidad del equipo y así no depender exclusivamente del proveedor del equipo.

1.2. Pregunta de ingeniería

¿Qué parámetros se deben tener en cuenta para el mantenimiento adecuado y óptimo del frenómetro para la reducción de sus fallas?

2. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta la Ley 769 de 2002 del Código Nacional de Tránsito Terrestre en el capítulo VIII. Revisión Técnico Mecánica. Establece lo siguiente:

“Por razones de seguridad vial y de protección al ambiente, el propietario o tenedor del vehículo de placas nacionales o extranjeras, que transite por el territorio nacional, tendrá la obligación de mantenerlo en óptimas condiciones mecánicas y de seguridad.” [3]

Como respuestas a esta normativa nacional se crean los centros de diagnóstico automotor (CDA), especializados en realizar la revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes a motocicletas de 4 y 2 tiempos, con el fin de garantizar unas condiciones óptimas de funcionamiento, y reducir la accidentalidad asociada a una falla mecánica del vehículo automotor. En el caso de la empresa CDA CERMOTOS, se encuentra operando desde el año 2019 en el diagnóstico y certificación de funcionamiento de motocicletas de 4 y 2 tiempos. Para la adquisición del equipo para el centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS se hace mediante la empresa INDUESA P&P, que es la encargada de certificar y proveer equipos para las pistas de inspección de los centros de diagnósticos automotor, la operación del frenómetro es la medición, es decir, mide con precisión la fuerza del frenado, el tiempo que tarda en frenar, el agarre, la asimetría de los ejes o en algunos casos de tracción, la eficiencia y desaceleración de los frenos delanteros y traseros. Su operación consiste en dos placas ubicadas en el suelo (si el frenómetro tiene dos placas es necesario hacer dos ensayos para tomar los datos de las dos ruedas), la motocicleta debe ingresar a ellas con una velocidad de 5 a 10 kilómetros por hora e ir frenando lentamente y luego frenar totalmente, estas placas tomarán los datos necesarios para verificar las condiciones en las que se encuentran los frenos de la motocicleta. La disponibilidad del frenómetro ha sido interferida por fallas que se han presentado en tiempos no programados, estas fallas están ligadas a rodamientos desgastados, desbalance en los rodillos, fatiga en los ejes, desgaste de la cadena.

Sensores que por tiempo de uso se queman o dejan de funcionar provocando que la lectura de los datos obtenidos sea errónea y ocasionando la descalibración del equipo.

Todas estas fallas han provocado el cierre del centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS ya que no se puede completar el ciclo de revisión de las motocicletas, para dar solución a estas fallas de manera correctivas o preventivas se debe recurrir a los fabricantes o proveedores del equipo y esperar un tiempo determinado de 1 semana, causando pérdidas de tiempo y dinero para la compañía.

Los manuales actuales del frenómetro no suministran la información adecuada sobre un mantenimiento especializado del equipo, debido a que estos manuales ofrecen información de: calibrado del peso, calibrado de la fuerza de frenado, regulación del sensor de velocidad, ajuste de la tensión de la cadena y la nivelación del banco, estos manuales no especifican cada cuanto tiempo se debe de realizar el mantenimiento correspondiente, no se tiene detalle de los pasos a seguir para un mantenimiento preventivo o correctivo y no se caracterizan los componentes del equipo.

3. JUSTIFICACIÓN

La elaboración del plan de mantenimiento para el equipo FRENÓMETRO del centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS, permitirá establecer acciones para dar respuesta a las fallas que se pueden presentar, de manera que se pueda garantizar un buen funcionamiento, maximizando la disponibilidad del equipo y evitando diagnósticos erróneos de la revisión de las motocicletas. Las fallas que se generan actualmente por el equipo se evidencian cada 12 meses debido a su tiempo de operación y a sus repetitivas tareas, el mantenimiento preventivo se debe realizar periódicamente cada mes, los manuales que suministran los proveedores del equipo no especifican paradas de rutina ni de mantenimiento, solo describe la operación, montaje y desmontaje del equipo, para esto se elaborará el plan de mantenimiento del equipo donde incluirá tareas de limpieza, reemplazo de piezas, lubricación, tensión de cadena y calibración de sus componentes mecánicos y eléctricos para evitar fallas en tiempos no estipulados.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento para el FRENÓMETRO de motocicletas ubicado en el centro de diagnósticos automotor CDA CERMOTOS.

4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del mantenimiento del frenómetro.
- Caracterizar el equipo para así elegir el tipo de mantenimiento que se requiere
- Evaluar y seleccionar la estrategia que mejor se adapte a las particularidades del equipo.
- Elaborar el plan de mantenimiento para llevar un control por horas funcionales, tipo de análisis de falla y solución de estas.
- Realizar el análisis financiero de la propuesta.

5. DELIMITACIÓN

El proyecto se implementará en el centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS, especializado en realizar la revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes a motocicletas de 4 y 2 tiempos, se elaborará un plan de mantenimiento preventivo para el equipo FRENÓMETRO de motocicletas.

Las tareas diarias que se plantean son: rutinas de inspección, calibración del equipo, eficacia de frenado por parte del equipo de igual manera pruebas de los indicadores, los cuales son de peso, balanceo y fuerza de frenado.

En el análisis financiero se reducirá las paradas innecesarias esto beneficiará el presupuesto de la empresa, por otro lado, no se tendrá un impacto ambiental considerable ya que no se generan gases tóxicos o partículas que arroje el equipo.

6. MARCO TEÓRICO

El Frenómetro sirve para determinar la eficiencia de frenado al momento de realizar la inspección del sistema de frenos para motocicletas, este sistema incorpora unas celdas de carga y galgas extensiométricas que permiten conocer el peso del vehículo y el esfuerzo de frenado. También está compuesto por dos rodillos recubiertos de un material que se asemeja al asfalto, estos estarán anclados sobre un bastidor y son accionados mediante un motor eléctrico. [4]

El primer frenómetro, que también era conocido como banco probador de frenos, fue creado en el año de 1960 por la empresa mexicana ACTIA con la marca Muller Ben. La construcción del frenómetro para coches con sistema de medición hidráulico fue en los años 1968 por la empresa estadounidense MAHA (Maschinenbau Haldenwang), situándose en la generación actual de bancos de pruebas controlados con PC. [5]

6.1. Ventajas

- Mide el esfuerzo de fuerza de frenado de una motocicleta.
- Calcula el peso de la motocicleta y del operario.

6.2. ¿Qué es el mantenimiento preventivo?

Se define como mantenimiento preventivo a la acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos o aparatos de cualquier tipo (mecánicos, eléctricos, informáticos, etc....) para evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo. [1] A diferencia del mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo realiza acciones de manera proactiva en pos de disminuir problemas venideros. El mantenimiento preventivo se adelanta a las averías antes de que ocurran o hace que sean menos graves, por lo que disminuye el gasto en reparaciones y el tiempo en el que los equipos dejan de estar operativos debido a las mismas. [1]

6.2.1. Tipos de mantenimiento preventivo

Existen cinco tipos de mantenimientos preventivos y el conjunto de todos ellos forma un plan de mantenimiento; el cual es indispensable para realizar una labor de mantenimiento de calidad y profesional. Estos son los cinco tipos principales de mantenimiento preventivo: [1]

- 1. Mantenimiento programado:** Se realizan por tiempo, kilómetros u horas de funcionamiento.
- 2. Mantenimiento predictivo:** Se toma acciones y técnicas aplicadas con el objetivo de detectar o predecir posibles fallas y defectos en un equipo o máquina.
- 3. Mantenimiento de oportunidad:** Se aprovecha el período en el que no se está utilizando el equipo para realizar el mantenimiento y evitar cortes de producción. Además, dependiendo del tipo de servicio y equipo al que realizar el mantenimiento también podemos contemplar:
- 4. Mantenimiento pasivo:** Aplicando medidas de mantenimiento pasivo a nuestro plan de mantenimiento estamos aplicando una capa de seguridad para que el equipo siempre opere en las condiciones físicas excelentes y evitar factores externos como desgaste por condiciones meteorológicas (lluvia, nieve, humedad, calor) o por manipulaciones intencionales/accidentales.
- 5. Mantenimiento activo:** Dependiendo de la calidad y tipo de los componentes a realizar el mantenimiento preventivo, deberemos supervisar de manera más asidua el desgaste de los mismos debido al uso.

Teniendo en cuenta lo anteriormente nombrado, la suma de todos estos tipos de mantenimiento da lugar al plan de mantenimiento, que es base para poder ofrecer un servicio de mantenimiento puntual, de calidad y rentable tanto para la empresa receptora como para la empresa que ofrece el servicio.

6.2.2. ¿Cómo realizar el mantenimiento preventivo?

Para realizar labores de mantenimiento preventivo de calidad, se debe partir de un plan de mantenimiento eficaz y se debe contar con el apoyo de herramientas que faciliten el día a día en la gestión de los mismos. Estos son los pasos para realizar un mantenimiento preventivo: [1]

Planteamiento de objetivos: Partiendo de que el mantenimiento preventivo surge a raíz de la necesidad de minimizar las acciones correctivas (reparaciones de averías), aumentar la vida útil del equipo y aumentar la disponibilidad del equipo entre otros (también se puede añadir, por ejemplo; reducir riesgos laborales, evitar pérdidas de materia prima por malos procesados, etc.) [6] Se debe también cuantificar esta mejora para seguir con el resto del plan, por ejemplo: Reducir averías en un 70%. Se debe establecer un presupuesto sobre la maquinaria, inventarios y horas de mano de obra; se debe hacer un cálculo sobre la cantidad estimada de componentes, subcomponentes y mano de obra que se necesita para cubrir el mantenimiento de toda la maquinaria. Así se podrá analizar en un futuro la rentabilidad real y esperada. [7]

Revisión de mantenimientos previos: Se debe tener en cuenta la suma de todos los mantenimientos previos, cómo se hicieron, fechas, responsables y material utilizado. Si no existieron, se empezará desde cero. [7]

Consulta de manuales, documentación y requisitos legales: Es importante conocer la documentación oficial para realizar el mantenimiento, así como tenerla disponible antes y durante la acción de mantenimiento. Además, el personal debe cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales. [8]

Elección de tipo de mantenimiento y encargado de realizarla: Esta es la tarea más importante, ya que se debe tener en cuenta qué tipo de mantenimiento es el necesario y quién lo hará. Variará según el tipo de maquinaria, pero tiene mayor viabilidad que sea la persona encargada de realizar los mantenimientos de manera recurrente. [10]

Ejecución del plan y seguimiento: Una vez realizado el plan, se establecerá una guía para su seguimiento, y así poder mantener el control de todos los equipos, fechas y responsables de los mantenimientos. Para realizar esto de la manera más profesional se dispondrá de un proceso automatizado que permite tener bajo control la maquinaria a la que se debe hacer mantenimiento, documentación oficial, fotos o firmas que acrediten el trabajo realizado y la posterior facturación de todo el proceso de la manera más eficiente. [15]

6.2.3. Celdas de carga

La celda de carga o célula de carga es una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados *Strain Gauges* que detectan los valores de deformación. La celda de carga digital produce esta deformación mediante circuitos wheatstone, que actúan en las bases de la máquina o sistemas de pesaje para encontrar reacciones, una vez obtenida la resistencia, se produce la transducción y se puede obtener el valor que la máquina resiste. [12]

Las celdas de carga digitales, también son llamadas Digital Load Cell (es su traducción en inglés), esta se fija en la parte donde quiere registrarse una carga que aplique un sistema mecánico. La señal de la carga se lleva a un dispositivo electrónico, microchip o computadora central (dependiendo de su utilidad) para recopilar los datos totales de una o varias celdas de carga, inclusive desarrollar análisis estadísticos de las cargas durante un tiempo determinado o evento en particular. [8]

6.2.4. Galga extensiométrica

Las galgas extensiométricas consisten normalmente en una lámina y un conductor eléctrico; y su base está hecha de una lámina de poliamida, sobre la cual se aplica una capa de constantán. [9] El constantán es una aleación generalmente formada por un 55% de cobre y un 45 % de níquel (Cu55Ni45) y se caracteriza por tener una resistencia eléctrica constante en un amplio intervalo de temperatura. Posteriormente, se utiliza una plantilla para eliminar por decapado todas las zonas que no se desea que sean conductoras. Resultando en una rejilla de medición de constantán extremadamente delgada, unida de forma permanente a la lámina portadora. Esta rejilla de medición consiste en una “banda” con forma sinuosa, con el aspecto de un serpentín [8]

7. HIPÓTESIS O PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Con la elaboración de este plan de mantenimiento se pretende reducir los tiempos de respuesta en la reparación del equipo para así mismo tener el frenómetro disponible y no presentar fallas imprevistas.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Investigación descriptiva

El desarrollo de esta propuesta se enmarca dentro de la metodología asociada a la investigación descriptiva ya que se van a evaluar diferentes estrategias de mantenimiento con el fin de identificar la que mejor se adapte a las particularidades del equipo como fase inicial para la elaboración del plan de mantenimiento propuesto.

9. RESULTADOS

9.1. Diagnóstico de la situación actual del mantenimiento del frenómetro

Para consolidar el diagnóstico frente al mantenimiento actual del FRENÓMETRO para motocicletas del centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS se realizan en dos fases: la primera fase corresponde a una búsqueda de información asociada al mantenimiento del equipo y la segunda fase consistente en la aplicación de una breve encuesta al personal involucrado para evaluar y complementar la información referente al mantenimiento del equipo.

En el desarrollo de la primera fase se realiza un proceso de indagación frente a la documentación existente del mantenimiento del frenómetro, al realizar este proceso de indagación se encontró que la documentación asociada al mantenimiento realizado al equipo está consignada en una bitácora y revisando dicho documento la información encontrada se basa en la limpieza, lubricación de las partes superficiales, tensión de la cadena transmisora de potencia y cambios de pieza cuando se produce la falla, así mismo algunas recomendaciones generales de mantenimiento. Dicha información carece de una hoja de vida del equipo, tampoco se definen acciones de mantenimiento específicas, además no se lleva un registro de índices de gestión de mantenimiento haciendo evidente que no existe una estrategia adecuada como la falta de índices de gestión de mantenimiento haciendo evidente que no existe una estrategia adecuada para el mantenimiento de este equipo.

La consolidación de la encuesta correspondiente a la segunda fase, se utiliza una plataforma virtual llamada formularios de Google que optamos nombrar como encuesta del mantenimiento del FRENÓMETRO y una serie de preguntas abiertas y cerradas para recolección de la información.

En la aplicación de la encuesta a parte del personal encargado de operación y de mantenimiento del equipo se incluyen al Representante Legal y el director técnico de la empresa ya que son las personas encargadas por un lado de autorizar la ejecución de actividades de mantenimiento del equipo para el caso del representante legal y por otro lado de generar las acciones mantenimiento en el caso del director técnico. La encuesta realizada se compone de las siguientes preguntas:

1. Nombre completo de la persona
2. El cargo que tiene en el centro de diagnóstico automotor
3. ¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas?
4. ¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro?
5. ¿Cada cuánto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS?
6. ¿El centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro?
7. ¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS?
8. Basados en la pregunta anterior diga el porqué de su respuesta.
9. ¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento? En caso afirmativo cuál o cuáles y si la respuesta es negativa responder NO.
10. ¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cuál sería y si la respuesta es negativa responder NO.
11. ¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cuál sería y si la respuesta es negativa responder NO.

El aspecto final de la encuesta se visualiza en la figura 1.

Figura 1.

Encuesta de Mantenimiento.

Encuesta de mantenimiento del FRENOMETRO

Con este formulario se pretende recolectar informaron sobre el conocimiento acerca del mantenimiento del equipo frenometro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS con fines educativos para la realización del trabajo de grado

NOMBRE COMPLETO *

Texto de respuesta larga

CARGO *

Texto de respuesta larga

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

si

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro ? *

Texto de respuesta larga

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

- mensual
- semestral
- anual
- por horas de trabajo

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

- si
- no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

- Si
- No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Texto de respuesta larga

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

Texto de respuesta larga

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual sería y si la respuesta es negativa responder NO *

Texto de respuesta corta

¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual sería y si la respuesta es negativa responder NO *

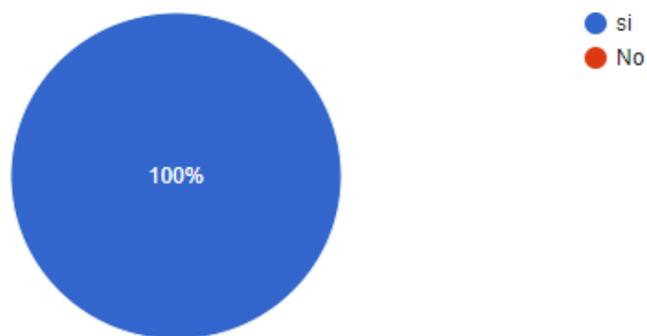
Texto de respuesta corta

Nota. La figura muestra la estructura de la encuesta realizada para obtener la información respecto al frenómetro.

Una vez realizada la encuesta. los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Figura 2.

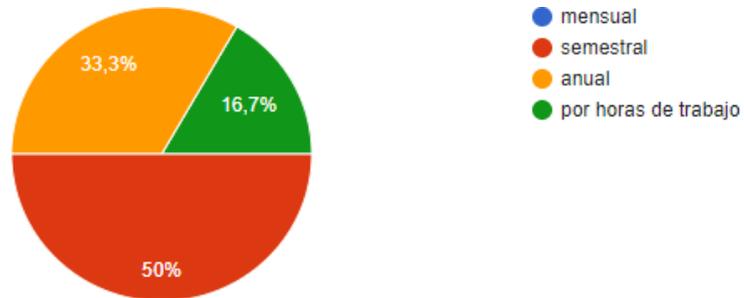
Conocimiento del mantenimiento.



Nota. La figura describe el porcentaje sobre el conocimiento del mantenimiento del frenómetro.

Figura 3.

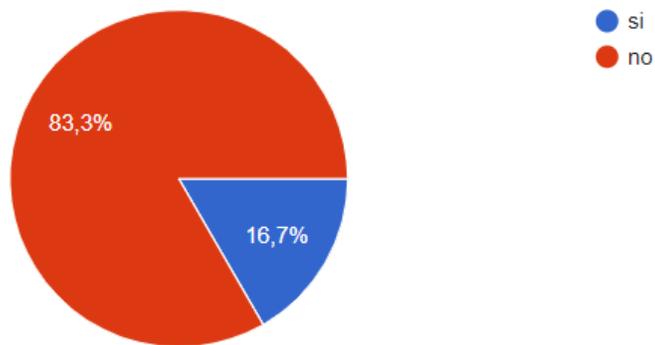
Tiempos de mantenimiento.



Nota. La figura describe el periodo en que realizan el mantenimiento al equipo.

Figura 4.

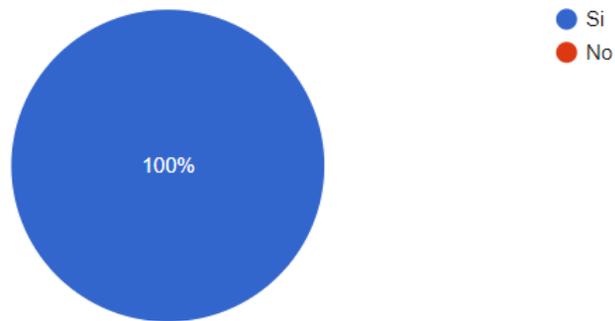
Manual de Mantenimiento.



Nota. La figura describe el porcentaje si existe o no un manual de mantenimiento.

Figura 5.

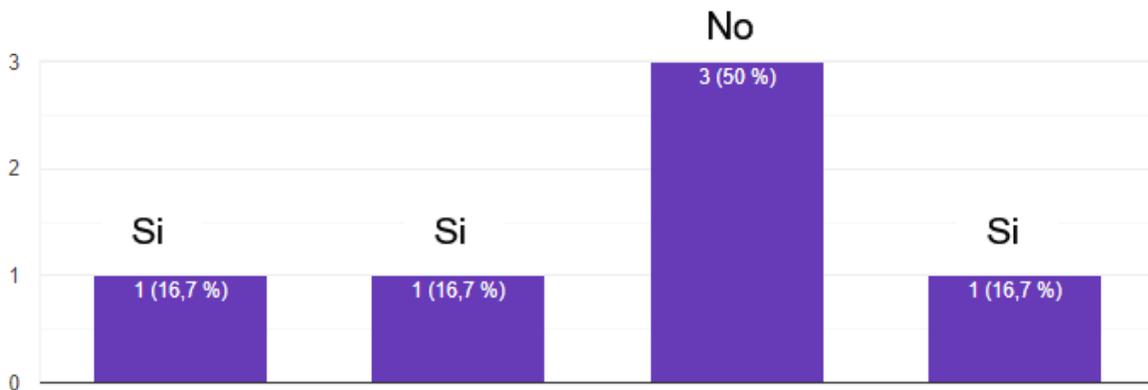
Importancia del manual de mantenimiento.



Nota. La figura muestra que tan importante es un manual de mantenimiento para el equipo.

Figura 6.

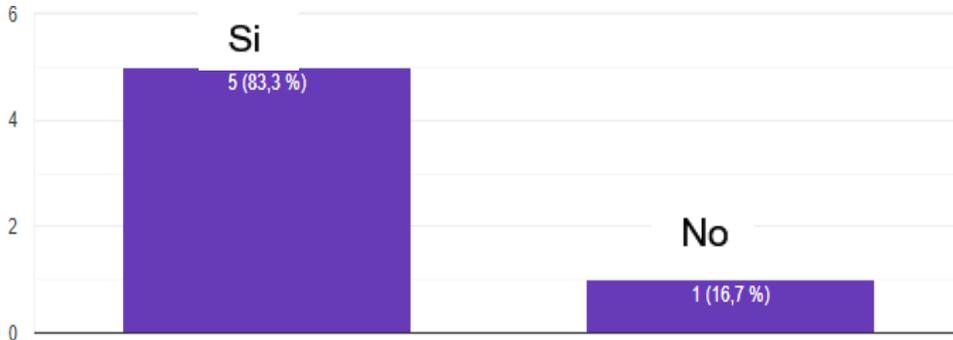
Sugerencias referentes al manual de mantenimiento.



Nota. La figura muestra la sugerencia de un manual de mantenimiento específico para el frenómetro.

Figura 7.

Inconvenientes en el mantenimiento del equipo.



Nota. La figura muestra la cantidad de inconvenientes en el equipo.

A partir de las respuestas obtenidas referente a las preguntas abiertas 4, 8 y 10 se concluye que los trabajadores tienen una opinión muy similar frente al mantenimiento del equipo, para la pregunta 4 referente al tipo de mantenimiento hecha al equipo el resultado fue que es preventivo y correctivo, referente a la pregunta 8 la importancia de que el equipo cuente con un manual de mantenimiento radica en que se pueden llevar a cabo las revisiones de rutina o prevención y/o corrección, frente a la pregunta 10 la cual indaga sobre algún tipo de sugerencia referente al mantenimiento, los trabajadores opinaron que el mantenimiento debe ser más completo y detallado ya que solo se limitan a lubricar y limpiar debido a que el equipo es de constante uso, reconociendo la importancia de consolidar un manual de mantenimiento para tener un referente concreto frente a las acciones de mantenimiento asociadas al equipo. Las respuestas obtenidas frente a la encuesta aplicada se pueden ver en el ANEXO 1.

Una vez validada y analizada la información, se concluye que el equipo no cuenta con un registro adecuado de mantenimiento debido a que la información es muy poca y ambigua, el historial de mantenimiento que se obtuvo se basa en el montaje y desmontaje del equipo, así mismo se evidencian los mantenimientos realizados a la fecha que se basan únicamente en limpieza y lubricación, omitiendo los demás componentes mecánicos y eléctricos que conforman el frenómetro, de igual manera no se cuenta con

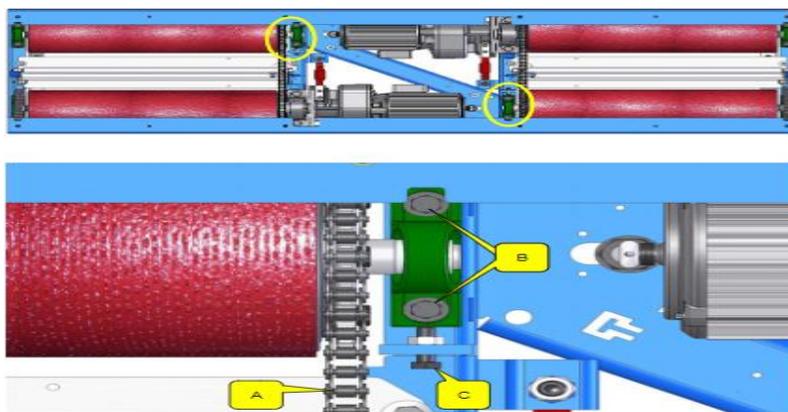
un chequeo diario de rutina y tampoco se realizan pruebas de verificación para ver el estado del equipo y saber si se encuentran en óptimas condiciones para entrar en operación. Se verifica con el personal encargado de operar y realizar mantenimiento al equipo y se valida que no existe un manual de mantenimiento para el frenómetro en el centro de diagnósticos automotor CDA CERMOTOS y por parte de los proveedores y fabricantes la información suministrada es poca generando limitaciones en el mantenimiento. Teniendo en cuenta lo anterior y dando continuidad al desarrollo del documento se procede hacer una descripción de los componentes del equipo.

9.2. Caracterización del equipo

Para caracterizar el frenómetro, se estructura desde el punto de vista funcional estableciendo cada uno de los sistemas constitutivos del equipo como mecánicos, eléctricos y estructurales. A continuación, se visualizan las figuras correspondientes para identificar sus componentes.

Figura 8.

Comprobación de la tensión de cadena.



Nota. La figura muestra las partes principales para tensionar la cadena y tener un óptimo funcionamiento.

Componentes de la figura 8:

- Componente A: Cadena transmisora de potencia.
- Componente B: Tornillos de fijación.
- Componente C: Tornillo tensor.

Con lo anteriormente descrito, la tensión de la cadena se debe comprobar por primera vez a los 14 días laborales después de la puesta en marcha, y después mensualmente.

Para realizar la tensión de la cadena, se procede hacer los siguientes pasos:

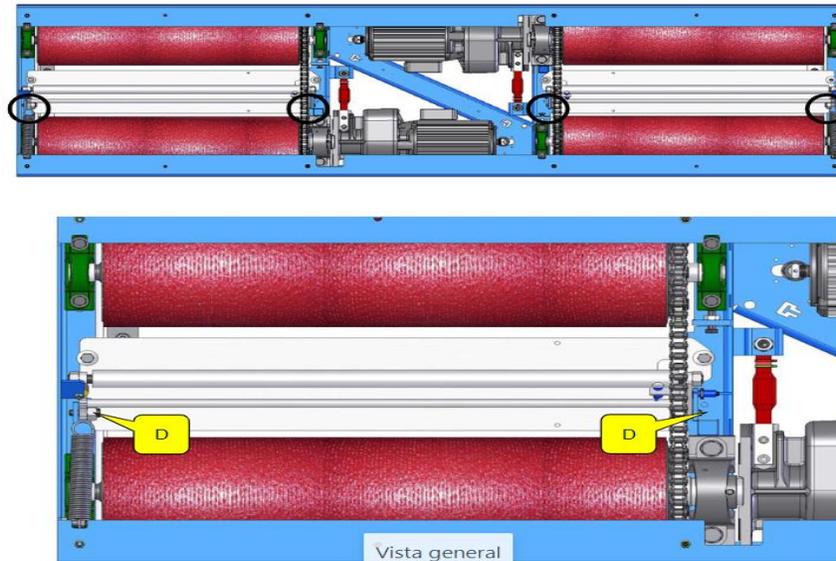
- Retirar chapas protectoras de los juegos de rodillos.
- Aplicar grasa multiusos a la cadena (A) en todo su largo. Al realizar esto, se deben girar los rodillos manualmente.
- Comprobar el juego de la cadena, la cadena debe poder moverse con la mano aproximadamente 5 mm arriba y abajo.

En caso de que la cadena presenta una tensión muy baja, seguir los siguientes pasos:

- Soltar rodillos de fijación (B)
- Ajustar la tensión de la cadena correctamente mediante el tornillo tensor (C).
- Nuevamente apretar los tornillos de fijación.
- Volver a comprobar la tensión de la cadena.
- Montar de nuevo las chapas de protección en el juego de rodillos.

Figura 9.

Lubricación de bisagras de rodillo tensor.



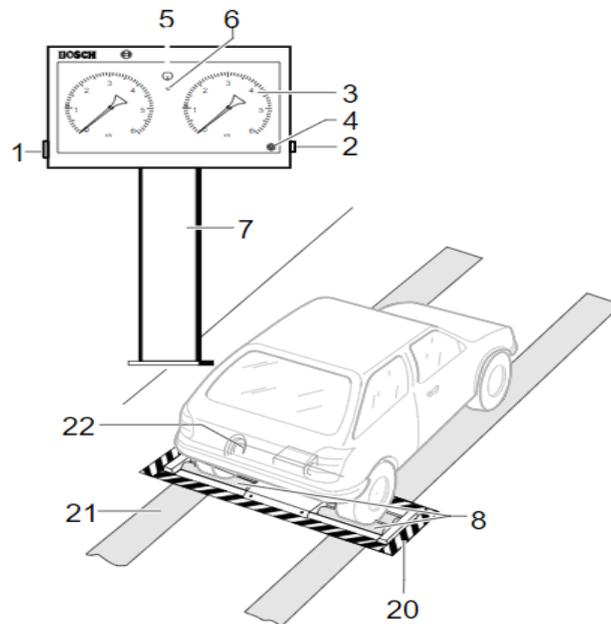
Nota. La figura muestra las bisagras principales de los rodillos tensores para una correcta lubricación.

El punto D que se visualiza en la figura 9 hace referencia a puntos de lubricación importantes para que el mecanismo opere de manera adecuada. A continuación, se describe los pasos para una buena lubricación:

- Lubricar las bisagras de los rodillos tensores cada 200 horas de servicio o una vez al mes.
- Retirar chapas protectoras del juego de rodillos.
- Tratar puntos de lubricación (D) con lubricante rociable. Al realizar este proceso, mover el rodillo tensor hacia arriba y abajo.
- Montar nuevamente las chapas de protección en el juego de rodillos.

Figura 10.

Componentes del banco de prueba.



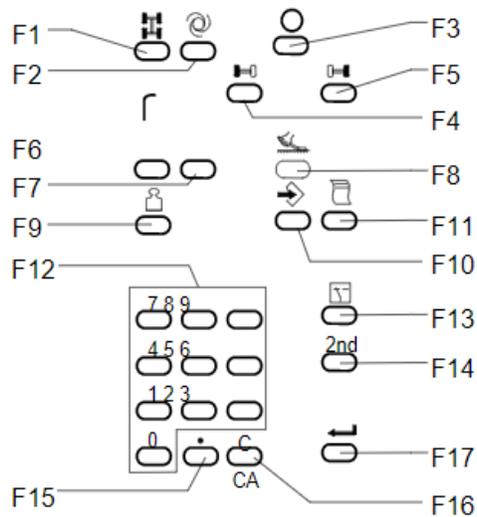
Nota. En esta figura se describen los componentes del banco de prueba.

Componentes de la figura 10:

1. Interruptor principal.
2. Tecla automático.
3. Instrumentos indicadores.
4. Lámpara indicadora automática.
5. Lámpara indicadora „Diferencia de fuerza de frenado (accesorio especial) o bien, opcionalmente, un visualizador LCD de 5 segmentos (accesorio especial).
6. Receptor de infrarrojos.
7. Columna soporte.
8. Juego de rodillos.
20. Pintura de advertencia.
21. Marcas orientadoras
22. Eje a comprobar

Figura 11.

Teclas de control del frenómetro.



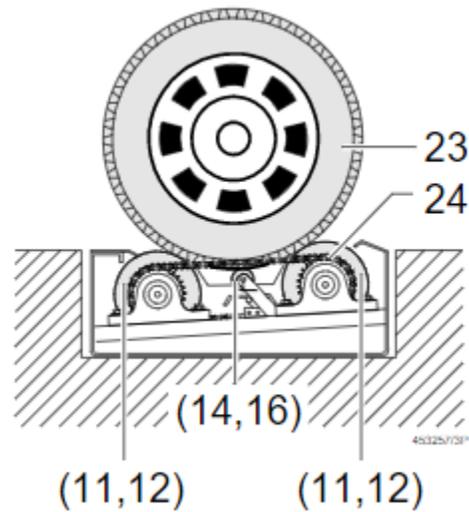
Nota. La figura muestra el tablero de control para la manipulación y funcionamiento del frenómetro.

Componentes de la figura 11:

- F1. Prueba cuatro ruedas Si/No.
- F2. Automático Si/No.
- F3. Automático No y paro del juego de rodillos.
- F4. Juego de rodillos izquierdo Si.
- F5. Juego de rodillos derecho Si.
- F6. Adjudicación a freno de servicio eje delantero.
- F7. Adjudicación a freno de servicio eje trasero.
- F8. Adjudicación a freno de estacionamiento.
- F9. Introducción peso total.
- F10. Almacenamiento cuando juego de rodillos no está bloqueado.
- F11. Confección de impresión.
- F12. Bloque de teclas numéricas.

Figura 13.

Banco de prueba.



Nota. Esta figura muestra los componentes del banco de pruebas.

Componentes de la figura 13:

11. Rodillos de comprobación izquierdos
12. Rodillos de comprobación derechos
23. Rueda a ser comprobada.
24. Cadena para la unión cinemática de fuerza de los rodillos de comprobación.

MECÁNICOS:

- Par de rodillos o rodillos palpadores
- Eje de comprobación
- Rodillos de comprobación.
- Tornillos de fijación
- Cadena cinemática de fuerza de los rodillos de comprobación.
- Engranajes.
- Rodamientos

ELÉCTRICOS:

- Interruptor principal de llave
- Control de arranque
- Instrumentos indicadores.
- Bombillos indicadores de diferencia de fuerza de frenado.
- Visualizador LCD.
- Receptores infrarrojos.
- Unidad de manejo.

ESTRUCTURAL:

- Columna de soporte.
- Placa de cobertura.

A continuación, se hace una descripción de cada uno de los componentes nombrados anteriormente:

9.2.1. Mecánicos

- **Par de rodillos o rodillos palpadores:** son los encargados de ejercer presión sobre las llantas de la motocicleta de modo que los motores de accionamiento del juego de rodillos se enciendan de forma automática.
- **Eje de comprobación:** como su nombre indica es el encargado de comprobar que los ejes de las motocicletas están en óptimas condiciones y este permite comprobar si está desbalanceado o mal alineado.
- **Rodillos de comprobación:** están recubiertos de orindon sintético que genera buen coeficiente de fricción para realizar la prueba de frenado.
- **Tornillos de fijación:** son los elementos encargados de fijar las partes del frenómetro a la estructura.
- **Cadena cinemática de fuerza de los rodillos de comprobación:** es la encargada de unir el par de engranajes que van unidos a los rodillos y suministrar la potencia para realizar la prueba de frenado.

- **Engranajes:** encargados de transmitir potencia mecánica de un componente a otro.
- **Rodamientos:** elemento rotativo que reduce la fricción de los ejes a las piezas conectadas.

9.2.2. Eléctricos

- **Interruptor principal con llave:** Sirve para conectar y desconectar la instalación, así como interruptor de parada de emergencia. El interruptor puede bloquearse con un candado para evitar una conexión no autorizada.
- **Control de arranque:** es el encargado de impedir el arranque de los rodillos si las ruedas están bloqueadas (cojinetes fijos, forro de freno agarrotado). Este dispositivo protege a la motocicleta de daños en sus neumáticos.
- **Bombillos indicadores de diferencia de fuerza de frenado:** emite una señal que indica si la fuerza de frenado es normal, leve o alta.
- **Visualizador LCD:** permite visualizar las RPM a las que giran los rodillos.
- **Receptores infrarrojos:** cuantifica la información referente a la velocidad a la cual gira la llanta y el tiempo que tarda en detenerse.
- **Unidad de manejo:** es donde están ubicados todos los controles del frenómetro.

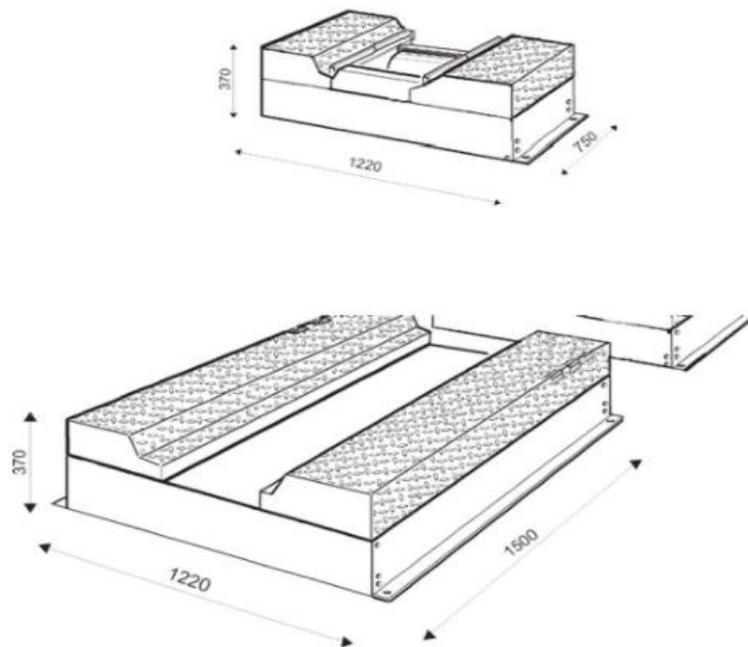
9.2.3. Estructural

Involucra todos los componentes que le brinda soporte y rigidez al equipo.

- **Columna de soporte:** son elementos verticales que pueden soportar fuerzas de tensión y compresión, se encargan de transmitir todas las cargas de la estructura.
- **Placa de cobertura:** se encarga de proteger todas las piezas internas del frenómetro.

Figura 14.

Dimensiones totales del banco de prueba.



Nota. Esta figura corresponde a las medidas del banco de prueba.

Una vez identificado y caracterizado cada uno de los componentes desde el punto de vista de mantenimiento es importante aclarar que sobre estos dispositivos no hay definidas acciones de mantenimiento como se ha mencionado anteriormente, para definir cuáles serán las acciones de mantenimiento a realizar en cada uno de estos componentes tanto preventivo y correctivo se procede a realizar un análisis y evaluación de las posibles estrategias de mantenimiento con el fin de seleccionar la que mejor se adecue a las particularidades del equipo.

9.3. Evaluación y selección de la estrategia que mejor se adapte a las particularidades del equipo

A continuación, se presenta cada una de las estrategias de mantenimiento para analizar y seleccionar la que mejor se adapta para la elaboración del plan de mantenimiento del frenómetro.

9.3.1. Tpm

El TPM (total productive maintenance) conocido en español como **mantenimiento productivo total**, es una de las metodologías referente a la mejora continua que permite asegurar la disponibilidad y la confiabilidad de las operaciones de los equipos y sistemas, desarrollados mediante la aplicación de los conceptos de prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. (Infraspeak, 2016) [18]

Cuando es participación total, se refiere a las actividades de mantenimiento preventivo tradicionales y estas pueden desarrollarse no solamente por parte del personal encargado del mantenimiento, sino que también sea por el personal de producción y operación que cuenta con buenos conocimientos y esté capacitado. Algunas ventajas de esta estrategia de mantenimiento son las siguientes:

- **El mejoramiento de la calidad:** los equipos estando en buen estado no presentan resultados negativos.
- **El mejoramiento de la productividad:** aumento del tiempo disponible.
- **Los flujos de producción continuos:** un balance continuo del sistema no solo beneficia a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también en la reducción de fallos de planeación.
- **Capital humano:** referente a los conocimientos y habilidades del personal.
- **Reducciones de gastos del mantenimiento correctivo:** las fallas generadas son menores, así mismo se reduce la compra y cambio de repuestos en los equipos.
- Acortar costos de operación.

Para la implementación del TPM se necesita lo siguiente:

- Evaluar la planta.
- Tener la aprobación de la gerencia.
- Crear un comité de dirección.
- Seleccionar el líder.
- Plantear metas, objetivos y procedimientos.
- Otorgar un área de trabajo y equipos correspondientes.
- Capacitar teórico práctico al personal involucrado.
- Dividir por equipos al personal.
- Avisar a la planta del inicio del TPM.
- Realizar una limpieza del área en el cual se iniciará el TPM.

Es importante destacar que esta estrategia está más asociada al mejoramiento del sitio de trabajo que a la consolidación de actividades específicas de mantenimiento, haciendo que esta no sea una de las mejores alternativas a escoger.

9.3.2. Rcm

El RCM (reliability centred maintenance) conocido en español como **mantenimiento centrado en la confiabilidad**. Es una de las estrategias que se utiliza para elaborar un plan de mantenimiento, la cual tiene su origen en la industria de la aviación dando respuesta a la necesidad de una óptima confiabilidad del funcionamiento de los aviones, seguidamente se implementó en el campo militar y luego en la industria, esta técnica es muy confiable optando un éxito en su utilización y arrojando excelentes resultados en el campo de utilización. (Garrido S.G, 2002) [17]

El objetivo principal del RCM en el mantenimiento de equipos, es tener una buena fiabilidad del equipo en su instalación, de igual manera reducir los tiempos de parada por averías que pueden impedir con las metas diarias que se deben cumplir, teniendo en cuenta estos requerimientos se disminuye el tiempo de mantenimiento y costes elevados que se puedan producir. Las ventajas de esta estrategia de mantenimiento son:

- Se puede modificar el diseño siempre y cuando no afecte su funcionamiento para que la falla no siga ocurriendo.
- Los procedimientos adecuados en la operación y mantenimiento para evitar que se produzcan estos fallos.
- Planes de contingencia para cuando falle las consecuencias se minimicen.
- Tener un listado de sus repuestos necesarios para su mantenimiento y así acortando su tiempo de parada.

Los pasos para implementar un RCM son: (Omar C. López,2018) [19]

- Selección del equipo.
- Definición del contexto operacional.
- Función del equipo.
- Modo de falla.
- Identificación de los efectos de falla.
- Consolidación de las acciones a tomar en los efectos de falla.
- Plan de mantenimiento.

Para esta estrategia de mantenimiento es importante destacar que esta permite definir una serie de acciones basados en una metodología claramente definida para hacer frente a las fallas que se puedan presentar en los equipos de manera que se reduzcan los impactos tanto en la operación como en los costos de mantenimiento.

De igual manera, esta estrategia como su nombre lo indica es el mantenimiento centrado en la fiabilidad, esta estrategia es la que mejor se adapta ya que el equipo debe ser confiable en la medición de los datos obtenidos en cada una de las pruebas, ya que el frenómetro es el encargado de verificar el estado en el cual se encuentra los frenos de las motocicletas y así mismo evitar que motocicletas en mal estado circulan en la ciudad evitando accidentes.

9.3.3. Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado se desarrolla haciendo visita de servicio programada por parte del personal competente, adecuado y calificado, para así mismo asegurar que los elementos del equipo funcionen correctamente y evitar cualquier tipo interrupción no programada y tiempo de inactividad. Para esta estrategia de mantenimiento se organizan actividades que requieren ser administradas, programadas y documentadas con el fin de realizar un buen mantenimiento, se aplica cuando el equipo no afecta su producción de forma directa y se hace de la manera más rápida y efectivamente posible. (René T. Eslava, 2001) [16]

Algunas ventajas son de este mantenimiento son:

- Se adelanta a los problemas que se puedan presentar.
- Se administra en calendario las paradas.
- Reducción de costos.

Los pasos para la implementación del mantenimiento planificado que se deben tener en cuenta son:

- Identificar la situación actual del equipo.
- Mejorar las partes con deterioro.
- Analizar y optimizar el sistema de información para la gestión.
- Perfeccionar el mantenimiento periódico.
- Desarrollar un plan de mantenimiento predictivo.
- Plantear el mantenimiento del equipo.

Para la realización del mantenimiento planificado es importante analizar el sistema de gestión para mirar los puntos débiles del equipo así facilitando el proceso de desarrollo del plan de mantenimiento y optimizar la periodicidad de este. Sin embargo, esta estrategia no establece una metodología clara para la consolidación de actividades de mantenimiento, por este motivo no se considera como una alternativa viable para la consolidación del plan de mantenimiento del FRENÓMETRO.

9.3.4. Mantenimiento basado en la optimización (PMO)

Según Olivero G. Palencia en su texto se explica que la estrategia de mantenimiento basado en la optimización es un método diseñado para mejorar el mantenimiento identificando los requerimientos del mismo, el historial de fallas y la información técnica de los activos en operación del equipo. La estrategia de mantenimiento basado en la optimización facilita la ejecución del trabajo racional y rentable basado en la confiabilidad. (Olivero G. Palencia, 20/06/2007) [16]

Las ventajas de esta estrategia de mantenimiento son:

- Escoge el método más eficaz de mantenimiento.
- Verifica la importancia de los activos.
- Diseña un referente de trabajo racional y rentable.
- Reconoce y resuelve los problemas con información exacta.

Dentro de las actividades a tener en cuenta para la implementación de un PMO están:

- Programar funciones y tareas a realizar.
- Estudiar y verificar las fallas.
- Análisis funcionales.
- Evaluación de consecuencias.
- Delimitar las políticas de mantenimiento.
- Agrupación y verificación de procesos.

- Implementación y aprobación de los programas de mantenimiento.
- Programación dinámica y mejora continua.
- Datos del fabricante.

Cabe resaltar que al margen de estas actividades anteriormente enunciadas es necesario tener un plan de mantenimiento previamente consolidado con sus respectivos indicadores que posibiliten la consolidación de un PMO.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente descritas para cada una de las estrategias de mantenimiento, el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) es la estrategia que más se adapta con el frenómetro por los tiempos de parada, su historial de mantenimiento y forma de trabajo, esto garantiza un mantenimiento en el cual se puede confiar, debido a que tiene su listado de pasos a seguir y fundamentalmente la reducción de costos. A continuación, podemos encontrar el plan de mantenimiento para el frenómetro de motocicletas del centro de diagnóstico automotor (CDA) CERMOTOS.

9.4. Plan de mantenimiento para llevar el control por horas funcionales, tipo de análisis de falla y solución a estas

Teniendo en cuenta las etapas establecidas para la implementación del RCM a continuación se describen cada una de ellas en el contexto del presente documento:

9.4.1. Selección del equipo

Antes de hacer una consideración para la selección del equipo es importante aclarar que el centro de diagnóstico automotor CDA CERMOTOS cuenta con los siguientes equipos:

- **Frenómetro:** Es el encargado de realizar la revisión de frenado en las motocicletas.
- **Analizador de gases de motocicletas de 2 tiempos y 4 tiempos:** Este equipo verifica que los gases emitidos por una motocicleta no sobrepasen los límites de dióxido de carbono u otros gases.

- **Luxómetro:** Mide la intensidad luminosa de forma precisa y confiable en espacios abiertos y cerrados de la motocicleta.

De los equipos anteriormente descritos, el frenómetro es el único que no se puede desplazar para ejecutar alguna acción de mantenimiento correctivo, puesto que sus elementos son instalados en el sitio de trabajo a diferencia de los otros dos equipos cuya portabilidad y fácil manejo posibilitan el uso de equipos de respaldo de una forma ágil y eficiente. Todos los equipos cuentan con manuales de mantenimiento, pero solo el luxómetro y analizador de gases suplen los requerimientos de mantenimiento en el CDA.

9.4.2. Definición del contexto operacional.

El frenómetro es un equipo que hace parte de un conjunto de dispositivos destinados al diagnóstico del funcionamiento de las motocicletas.

9.4.3. Función del equipo.

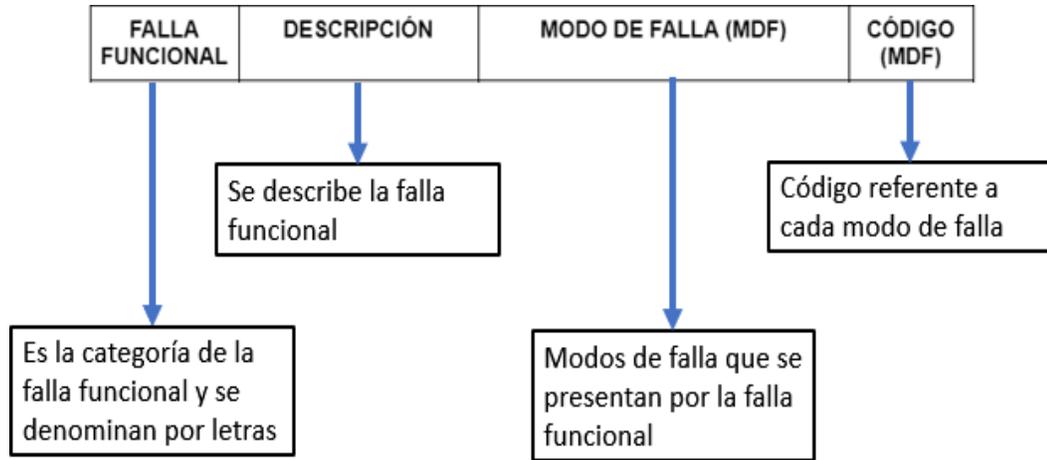
La función principal del FRENÓMETRO consiste en la verificación del estado de funcionamiento del control de frenado de la motocicleta, midiendo con precisión la frenada máxima en cada una de las ruedas de los ejes delantero y trasero, para obtener medidas de eficacia de freno, desequilibrio y ovalidad.

9.4.4. Falla funcional y modo de falla

En la figura 17 se enuncian cada una de las fallas funcionales que pueden producirse en el FRENÓMETRO relacionándolos con los modos de falla que los pueden generar. En la figura 15 se describe cada columna de la tabla.

Figura 15.

Descripción de la tabla de modo de falla.



El código MDF referente a cada modo de falla se estructura como se muestra en la figura 16.

Figura 16.

Descripción de código MDF.

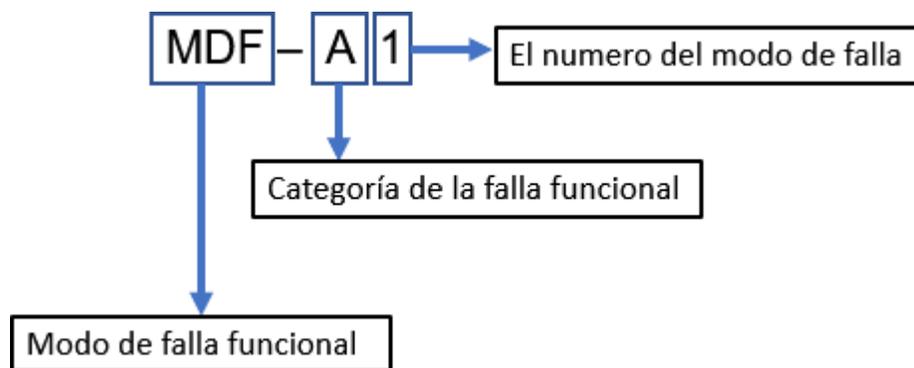


Figura 17.

Modo de falla.

FALLA FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	MODO DE FALLA (MDF)	CÓDIGO (MDF)
A	Incapaz de medir con precisión los datos de frenado.	<ul style="list-style-type: none">• Equipo descalibrado.• Corto del sistema.• Desbalance de ejes.• Desgaste de rodamientos.• Suciedad.	MDF-A1 MDF-A2 MDF-A3 MDF-A4 MDF-A5
B	Pérdidas de la fuerza de frenado.	<ul style="list-style-type: none">• Rodamientos desgastados.• Obstrucción del sistema.• Recubrimiento de rodillos desgastados.• Falta de energía eléctrica suministrada al equipo.	MDF-B1 MDF-B2 MDF-B3 MDF-B4
C	Los rodillos del motor no giran.	<ul style="list-style-type: none">• Sobrecarga eléctrica.• Sobrecarga mecánica.• Desgaste del embobinado.• Fases invertidas.	MDF-C1 MDF-C2 MDF-C3 MDF-C4
D	Los rodillos de comprobación no giran.	<ul style="list-style-type: none">• Desgaste abrasivo• Falta de lubricación.• Falta de limpieza.• Corrosión por humedad• Sobrecarga	MDF-D1 MDF-D2 MDF-D3 MDF-D4 MDF-D5

E	Los rodamientos no giran.	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de lubricación. ● Desgaste abrasivo. ● Falta de limpieza. ● Corrosión por humedad ● Sobrecarga 	MDF-E1 MDF-E2 MDF-E3 MDF-E4 MDF-E5
F	El sistema de engranajes no transmite potencia.	<ul style="list-style-type: none"> ● Sobrecarga. ● Fatiga. ● Rotura. ● Desgaste. 	MDF-F1 MDF-F2 MDF-F3 MDF-F4
G	La cadena transmisora no transmite potencia.	<ul style="list-style-type: none"> ● Desgaste. ● Corrosión por humedad. ● Falta de lubricación 	MDF-G1 MDF-G2 MDG-G3
H	Los ejes de comprobación no transmiten potencia al sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ● Fatiga. ● Fracturas. ● Desbalanceo. ● Fallas dúctiles. ● Fallas por deformación. ● Desgaste. 	MDF-H1 MDF-H2 MDF-H3 MDF-H4 MDF-H5 MDF-H6
I	Los sensores no miden los datos correctos.	<ul style="list-style-type: none"> ● Conexiones eléctricas mal soldadas. ● Cortocircuito ● Sobrecargas eléctricas. 	MDF-I1 MDF-I2 MDF-I3

J	Se evidencia ausencia de suministro eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> ● Cables sulfatados. ● Cables dañados por factores externos (suciedad, roedores etc.) ● Malos contactos. 	MDF-J1 MDF-J2 MDF-J3
K	Ausencia de rigidez estructural.	<ul style="list-style-type: none"> ● Placas abolladas. ● Fractura. ● Corrosión 	MDF-K1 MDF-K2 MDF-K3

Después de identificar cada una de las fallas funcionales, sus modos de falla y código perteneciente a ellas, se procede a evidenciar los efectos de falla.

9.4.5. Identificación de los efectos de falla

Tomando como base los códigos generados en la figura 17 referente a los modos de falla se consolidan los efectos de falla por cada uno de estos.

Figura 18.

Efectos de falla.

MODO DE FALLA.	EFEECTO DE FALLA
MDF-A1	Obtención de datos erróneos de las pruebas de frenado.
MDF-A2	El equipo no enciende.
MDF-A3	Fractura de los ejes.
MDF-A4	Atascamiento, vibración y rotura.

MDF-A5	Daño del equipo, atascamiento y accidentes.
MDF-B1	Vibración y aumento de temperatura.
MDF-B2	El equipo no puede entrar en operación.
MDF-B3	Deslizamiento de las llantas causando toma de datos erróneos.
MDF-B4	Sobrecarga en el equipo y deterioro del mismo.
MDF-C1	Aumento de temperatura.
MDF-C2	Atascamiento por desgaste.
MDF-C3	Paradas inesperadas e ineficiencia.
MDF-C4	El equipo no enciende o presenta un corto circuito.
MDF-D1	Atascamiento del sistema mecánico.
MDF-D2	Fricción del sistema excesiva causando pérdidas mecánicas.
MDF-D3	Daño en el equipo como atascamiento y accidentes impidiendo su correcto funcionamiento.
MDF-D4	Oxidación en los rodillos causando desgaste y fricción continua.
MDF-D5	Prueba de frenado errónea y parada no deseada del frenómetro.
MDF-E1	Atascamiento del sistema mecánico.
MDF-E2	Fricción del sistema excesiva causando pérdidas mecánicas.
MDF-E3	Daño en el equipo como atascamiento y accidentes impidiendo su correcto funcionamiento.
MDF-E4	Oxidación en los rodillos causando desgaste y fricción continua.
MDF-E5	Prueba de frenado errónea y parada no deseada del frenómetro.

MDF-F1	Rotura de los engranajes.
MDF-F2	El equipo colapsa y la cadena transmisora se quiebra.
MDF-F3	El equipo no ejecuta el funcionamiento.
MDF-F4	Ruido excesivo, vibración y mal funcionamiento.
MDF-G1	Ruido, fractura y cadena destensada.
MDF-G2	Cadena rígida, pérdida de potencia.
MDF-G3	Ruido excesivo.
MDF-H1	Uso excesivo.
MDF-H2	Sobrecarga en los ejes.
MDF-H3	Vibraciones y fuerzas indeseables.
MDF-H4	Deformación permanente, rotura de material.
MDF-H5	Rotura del eje, mal funcionamiento del sistema.
MDF-H6	Rotura del eje
MDF-I1	Los rodillos no giran.
MDF-I2	El sensor no emite valores de referencia.
MDF-I3	Sensores quemados.
MDF-J1	No hay paso de corriente.
MDF-J2	Cables deteriorados, interrupción de la fuente eléctrica.
MDF-J3	Averías en el equipo, energía insuficiente.
MDF-K1	Deterioro de la estructura.

MDF-K2	Sobrecarga, desgaste de vida útil.
MDF-K3	Humedad.

Una vez identificados los efectos de falla por cada modo de falla, se procede a consolidar las acciones a tomar.

9.4.6. Consolidación de las acciones a tomar en los efectos de falla

Tomando como referencia la figura 18 se describen las actividades de mantenimiento a realizar. En la figura 19 se describe cada columna de la tabla.

Figura 19.

Descripción de la tabla actividad de mantenimiento.



El código ADM referente a cada actividad de mantenimiento se estructura como se muestra en la figura 20.

Figura 20.

Descripción del código.

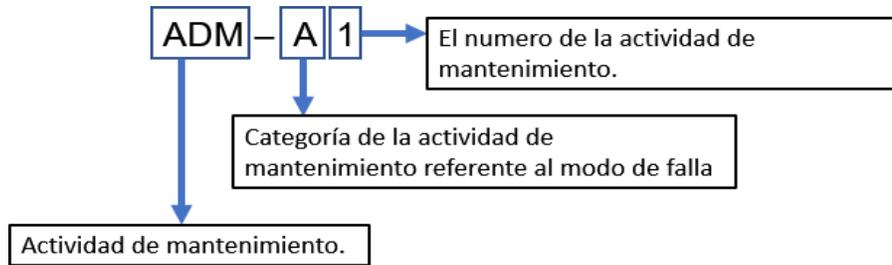


Figura 21.

Actividades de mantenimiento.

MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO (ADM)	CÓDIGO (ADM)
MDF-A1	Obtener datos erróneos de las pruebas de frenado.	Calibrar el equipo alineando sus ejes.	ADM-A1
MDF-A2	El equipo no enciende o se quema.	Cambiar fusibles y revisar conexiones dañadas, si es el caso realizar el cambio.	ADM-A2
MDF-A3	Fractura de los ejes.	Cambio de los ejes.	ADM-A3
MDF-A4	Atascamiento, vibración y rotura.	Limpiar y lubricar, si es necesario reemplazar los rodamientos	ADM-A4
MDF-A5	Daño del equipo, atascamiento y accidentes.	Limpieza y lubricación.	ADM-A5

MDF-B1	Mal funcionamiento de los ejes y rodillos.	Cambio de piezas.	ADM-B1
MDF-B2	El equipo no puede entrar en operación.	Revisión del sistema mecánico y realizar limpieza.	ADM-B2
MDF-B3	Deslizamiento de las llantas causando toma de datos erróneos.	Realizar cambio de rodillos.	ADM-B3
MDF-B4	Sobrecarga en el equipo y deterioro del mismo.	Revisar líneas de voltaje y conexiones.	ADM-B4
MDF-C1	Daño en el sistema eléctrico.	Realizar cambio del motor.	ADM-C1
MDF-C2	Atascamiento por desgaste.	Cambio de piezas desgastadas o defectuosas.	ADM-C2
MDF-C3	Paradas inesperadas e ineficiencia.	Cambio del embobinado o reemplazo del motor.	ADM-C3
MDF-C4	El equipo no enciende o presenta un corto circuito.	Revisar conexiones eléctricas.	ADM-C4
MDF-D1	Atascamiento del sistema mecánico.	Realizar limpieza y en caso de daño reemplazo de piezas dañadas.	ADM-D1

MDF-D2	Fricción del sistema excesiva causando pérdidas mecánicas.	Revisar niveles de aceite.	ADM-D2
MDF-D3	Daño en el equipo como atascamiento y accidentes impidiendo su correcto funcionamiento.	Realizar limpieza y verificación de equipo.	ADM-D3
MDF-D4	Oxidación en los rodillos causando desgaste y fricción continua.	Lubricar, limpiar y reemplazar las piezas afectadas.	ADM-D4
MDF-D5	Prueba de frenado errónea y parada no deseada del frenómetro.	Verificar rodillos, ejes y rodamiento en caso de daño reemplazar.	ADM-D5
MDF-E1	Atascamiento del sistema mecánico.	Revisar nivel de aceite o reemplazo de la pieza.	ADM-E1
MDF-E2	Fricción del sistema excesiva causando pérdidas mecánicas.	Revisar niveles de aceite.	ADM-E2
MDF-E3	Daño en el equipo como atascamiento y accidentes impidiendo su correcto funcionamiento.	Realizar limpieza y verificación de equipo.	ADM-E3
MDF-E4	Oxidación en los rodillos causando desgaste y fricción continua	Lubricar, limpiar y en caso de daño reemplazar los rodillos.	ADM-E4

MDF-E5	Prueba de frenado errónea y parada no deseada del frenómetro.	Verificar rodillos, ejes y rodamiento en caso de daño reemplazar.	ADM-E5
MDF-F1	Rotura de los engranajes.	Cambio de engranajes.	ADM-F1
MDF-F2	El equipo colapsa y la cadena transmisora se quiebra.	Cambio de pieza mecánica.	ADM-F2
MDF-F3	El equipo no ejecuta el funcionamiento.	Reemplazo de piezas y verificación del sistema.	ADM-F3
MDF-F4	Ruido excesivo, vibración y mal funcionamiento.	Reemplazo del engranaje.	ADM-F4
MDF-G1	Ruido, fractura y cadena destensada.	Cambio de la cadena transmisora.	ADM-G1
MDF-G2	Cadena rígida, pérdida de potencia.	Verificar cadena y lubricar, en caso de daño hacer cambio de ella.	ADM-G2
MDF-G3	Ruido excesivo.	Lubricar cadena.	ADM-G3
MDF-H1	Uso excesivo.	Cambio de ejes.	ADM-H1
MDF-H2	Sobrecarga en los ejes.	Cambio de los ejes.	ADM-H2
MDF-H3	Vibraciones y fuerzas indeseables.	Balancear los ejes y lubricar.	ADM-H3

MDF-H4	Deformación permanente, rotura de material.	Realizar cambio inmediato de los ejes.	ADM-H4
MDF-H5	Rotura del eje, mal funcionamiento del sistema.	Efectuar el cambio de los ejes.	ADM-H5
MDF-H6	Rotura del eje	Reemplazar la pieza.	ADM-H6
MDF-I1	Mal funcionamiento.	Revisar conexiones eléctricas y soldar nuevamente en caso de desgaste de soldadura.	ADM-I1
MDF-I2	Mal funcionamiento de los sensores y averías.	Reemplazar sensores eléctricos.	ADM-I2
MDF-I3	Sensores quemados.	Cambio de sensores.	ADM-I3
MDF-J1	Cortocircuito.	Cambiar cables sulfatados y revisar aislamiento.	ADM-J1
MDF-J2	Cables deteriorados, interrupción de la fuente eléctrica.	Realizar limpieza y verificar que el cableado se encuentre en buen estado.	ADM-J2
MDF-J3	Averías en el equipo, energía insuficiente.	Revisión de contactos eléctricos, si están en mal estado ejecutar cambio de lo contrario limpiar.	ADM-J3
MDF-K1	Deterioro de la estructura.	Revisar placas y en caso de estar abolladas cambiarlas.	ADM-K1

MDF-K2	Sobrecarga, desgaste de vida útil.	Cambio de pieza estructural.	ADM-K2
MDF-K3	Humedad.	Realizar limpieza, revisar fugas y detenerlas.	ADM-K3

Una vez consolidadas las actividades de mantenimiento se procede a establecer la frecuencia de ejecución de las mismas y los recursos e insumos utilizados.

9.4.7. Plan de mantenimiento

Se consolida el plan de mantenimiento por medio de una figura (figura 22) el cual nos muestra la frecuencia en la cual se hacen los mantenimientos, la persona encargada de hacerlos y los recursos e insumos que se necesitan para desarrollarlo. Teniendo en cuenta que se carece de información suficiente para establecer las frecuencias de mantenimiento, se hace una primera aproximación de estas teniendo en cuenta la vida útil de sus componentes. De manera que:

- Si la actividad de mantenimiento tiene un valor de 1, su frecuencia es diario.
- Si la actividad de mantenimiento tiene un valor de 2, su frecuencia es semanal.
- Si la actividad de mantenimiento tiene un valor de 3, su frecuencia es quincenal.
- Si la actividad de mantenimiento tiene un valor de 4, su frecuencia es mensual.
- Si la actividad de mantenimiento tiene un valor de 5, su frecuencia es trimestral.
- Si la actividad de mantenimiento tiene un valor de 6, su frecuencia es semestral.

Figura 22.

Plan de mantenimiento.

CÓDIGO (ADM)	TIPO DE ACTIVIDAD		FRECUENCIA						PERSONA	RECURSO	
	Correctiva	Preventiva	1	2	3	4	5	6			
ADM-A1		X	X							Operador	N/A
ADM-A2	X	X				X				Operador	Fusibles
ADM-A3	X						X			Operador	Ejes
ADM-A4	X	X		X						Operador	Rodamientos
ADM-A5		X	X							Operador	N/A
ADM-B1	X						X			Operador	Eje-Rodillos
ADM-B2		X	X							Operador	N/A
ADM-B3	X						X			Operador	Rodillos
ADM-B4		X		X						Operador	N/A
ADM-C1	X							X		Operador	Motor
ADM-C2	X					X				Operador	Piezas
ADM-C3	X							X		Operador	Bobinado/Motor
ADM-C4		X	X							Operador	N/A
ADM-D1	X	X	X							Operador	Piezas
ADM-D2		X	X							Operador	N/A
ADM-D3		X	X							Operador	N/A
ADM-D4	X	X		X						Operador	Rodillo/Lubricante
ADM-D5	X	X		X						Operador	Rodillo/ejes

ADM-E1	X	X	X						Operador	Lubricante/pie eza
ADM-E2		X	X						Operador	N/A
ADM-E3		X	X						Operador	N/A
ADM-E4	X	X					X		Operador	Rodillos
ADM-E5	X	X					X		Operador	Pieza
ADM-F1	X						X		Operador	Engranaje
ADM-F2	X						X		Operador	Piezas Mecánicas
ADM-F3	X	X					X		Operador	Piezas Mecánicas
ADM-F4	X						X		Operador	Engranajes
ADM-G1	X						X		Operador	Cadena
ADM-G2	X	X		X					Operador	Lubricantes
ADM-G3		X	X						Operador	Lubricantes
ADM-H1	X						X		Operador	Eje
ADM-H2	X						X		Operador	Eje
ADM-H3		X		X					Operador	N/A
ADM-H4	X						X		Operador	Eje
ADM-H5	X						X		Operador	Eje
ADM-H6	X						X		Operador	Eje
ADM-I1	X	X		X					Operador	Conexione s eléctricas
ADM-I2	X						X		Operador	Sensores
ADM-I3	X						X		Operador	Sensores

ADM-J1	X	X				X			Operador	Conexiones eléctricas
ADM-J2		X			X				Operador	N/A
ADM-J3	X.	X			X				Operador	Conexiones eléctricas
ADM-K1	X	X						X	Operador	Placa Estructural
ADM-K2	X							X	Operador	Estructura
ADM-K3	X	X					X		Operador	Sellantes

Como complemento a este plan de mantenimiento se consolidan los formatos de las órdenes de trabajo para el manejo de la información asociada a las actividades de mantenimiento, así como la hoja de vida del equipo. Ver ANEXO 2 y ANEXO 3.

Una vez identificado los tipos de actividad, la frecuencia con la que se realiza, la persona encargada y el tipo de recurso e insumo a utilizar, se hace el análisis financiero de la propuesta.

9.5. Análisis financiero de la propuesta

Antes de hacer consideraciones sobre impactos financieros de la propuesta, es importante especificar los gastos mensuales de mantenimiento que se tienen en la empresa actualmente. En la tabla 5 se relacionan los costos mensuales de mantenimiento del frenómetro.

Tabla 1.

Costos mensuales del frenómetro.

Mano de obra			
Valor hora.	Cantidad de horas al mes.	Insumos.	Total.
\$30.000	24	\$2.000.000	\$2.720.000

Nota. Como se puede observar los costos mensuales de mantenimiento representan actualmente \$2.720.000, equivalentes a un costo total anual de \$32.640.000.

Adicionalmente a esto y de acuerdo con la información suministrada por el personal a cargo, en promedio se tienen 4 paradas imprevistas al mes lo cual representa que el centro de diagnóstico automotriz deje de percibir \$17.832.720 como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Límite de pérdidas sin plan de mantenimiento.

Cantidad de motocicletas diarias.	Número de días no trabajados al mes por fallas imprevistas.	Valor de revisión.	Total.
30	4	\$148.606	\$17.832.720

Nota. Las pérdidas totales anuales son de \$246.632.640

Los costos de la presente implementación del plan de mantenimiento propuesto se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3.

Costos de implementación del plan de mantenimiento.

Mano de obra			
Valor hora.	Cantidad de horas al mes.	Insumos.	Total.
\$30.000	6	\$800.000	\$980.000

Nota. Los costos anuales implementando el plan de mantenimiento propuesto, tiene un valor total de \$11.760.000.

Aparte de cuantificar la implementación del plan de mantenimiento podemos destacar el impacto que produce en términos de las fallas imprevistas ya que se presupuesta un número de fallas imprevistas de 1 por mes, que es lo que se espera obtener con la implementación del plan de mantenimiento y cuyo valor se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4.

Límite de pérdidas con el plan de mantenimiento.

Cantidad de motocicletas diarias.	Número de días no trabajados por mantenimiento programado al mes.	Valor de la revisión.	Total.
30	1	\$148.606	\$4.458.180

Nota. Las pérdidas totales anuales implementando el plan de mantenimiento son de \$65.258.160

Haciendo un análisis comparativo entre los costos sin el plan de mantenimiento y los costos con el plan de mantenimiento se puede determinar que con la implementación de la presente propuesta representaría un beneficio económico anual de **\$181.374.480** representados en el valor que dejaría de percibir el centro de diagnóstico automotor por concepto de mantenimiento del frenómetro.

A continuación, se procede a realizar el retorno de inversión para conocer el beneficio por la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada.

Tabla 5.

ROI, Retorno de inversión.

costos de repuestos	\$1.500.000
insumos	\$2.000.000
mano de obra	\$1.200.000
tiempo ingeniero	\$4.500.000
total	\$9.200.000
ganancias mensuales	\$16.000.000
ROI (Retorno de Inversión)	7,4 = 74%

Nota. Una vez calculado el retorno de inversión (ROI) para definir la viabilidad de la implementación del plan de mantenimiento propuesto en el centro de diagnóstico automotriz CDA CERMOTOS, se concluye que el retorno de inversión es de 7,4 veces la inversión inicial es decir que el retorno es de 74% mensual.

10. CONCLUSIONES

La caracterización del equipo permite inicialmente la identificación y consolidación de las fallas funcionales como punto de partida para la posterior consecución de los modos de falla y sus efectos. Todos estos elementos son determinantes para el establecimiento de las diferentes 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 al mantenimiento del equipo al reducir el número de paradas del mismo.

Se asegura que con este plan de mantenimiento la tasa de retorno financiero del proyecto es favorable para la empresa ya que tenemos un porcentaje significativo mensual para recuperar la inversión.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Carrasco (2021, mayo,18). Stel Order. [Online]. Available:<https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>.
- [2] F. Coelho (2019, enero,01). Significados. [Online]. Available:<https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>.
- [3] Tomado de la Ley 769 de 2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. [Online]. Available:<http://cdamotolista.com/normatividad-centro-diagnostico-automotor-rtm>,
- [4] E. Becerra (2014, abril,11). Scribd. [Online]. Available:<https://es.scribd.com/doc/217738099/Que-es-el-frenometro-y-que-vehiculos-puede-medir>.
- [5] Creative Nerd (2019). Autotools. [Online]. Available:<https://www.autotools.co/productos/frenometro>.
- [6] Copyright (2018). Induesa P & P. [Online]. Available:<https://www.induesa.com/pistas.html#moto>.
- [7] Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG(2012,Marzo,02). MAHA [Online]. Available:https://www.maha-france.fr/cps/rde/xbcr/SID-D442C44A-4E69F584/maha_de/BA022401-es.pdf.
- [8] E. Moses (1995, marzo). Diseño y construcción de una celda de carga. [Online]. Available:<http://cdigital.dqb.uanl.mx/te/1020074697.pdf>.
- [9] A. García (2004, enero). Cervisimag. [Online]. Available:<https://cervisimag.com/es/b/blog/taller-1/p/revisa-el-sistema-de-frenado-con-nuestro-frenometro-y-adelantate-a-la-itv-215-297>
- [10] V. Sánchez, S. Blanes, Carolina, Emilio (2014, mayo,9). Patentados. [Online]. Available:<https://patentados.com/2014/frenometro-universal-y-su-metodo>
- [11] Tecnimaq Ingeniería SAS (2017), TECNIMAC, [Online]. Available: <http://tecnimaq.com/index.php/frenometro-mixto/>

- [12] NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 5385, (2011, septiembre,14),
ICONTEC Internacional.
[Online]. Available:https://cdatecnosabana.com/wp-content/uploads/Docs/NORMA_TECNICA_COLOMBIANA-NTC5385.pdf
- [13] C. Senabre, S. Valero, E. Velasco, (2018, enero), DYNA Ingeniería e Industria.
[Online].
Available:<https://www.revistadyna.com/busqueda/variabilidad-de-resultados-de-medicion-de-fuerza-de-frenado-en-frenometros-de-estaciones-de-itv-comu>
- [14] OXEDRA (2017, enero). Tomado del libro Testing Technology Roller Bike, manual de uso, mantenimiento y servicio. [Online].
Available:<https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=F841C948D2A920B6&authKey=%21AjmUdpPoNI%2D1xLI&resid=F841C948D2A920B6%2115717&ithint=%2Epdf&open=tru e&app=WordPdf>
- [15] S. Becerra, L. Omar, P. Pérez, L. Manuel, R. Varas, Lautaro (2013) FITTING CURVES TO DESCRIBE ERRORS OF INDICATIONS IN USE OF MEASURING INSTRUMENTS.[Online].
Available:https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CR_0dffa7845c4581b81b779f7b7_3d395b1
- [16] D. García-Pozuelo, A. Gauchía, B. L. Boada, V. Díaz (2009) Improvements in the inspection procedure of brake disc warping.
[Online].
Available:<https://link.springer.com/article/10.1007/s12615-009-9013-5>
- [17] Garrido SG. Plan de mantenimiento basado en RCM
[Internet]. Ingenieriadelmantenimiento.com. [citado el 18 de septiembre de 2021].
Disponible en: <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>
- [18] Mantenimiento Productivo Total (TPM): qué es y cuáles son las ventajas [Internet] Infraspak.com. 2020 [citado el 18 de septiembre de 2021].
Disponible en: <https://blog.infraspak.com/es/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

[19] Redalyc.org. [citado el 27 de septiembre de 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>

ANEXOS

ANEXO 1.

RESULTADO DE LAS ENCUESTAS APLICADAS

CARGO *

Representante Legal

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

si

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro? *

Preventivo u Correctivo

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

mensual

semestral

anual

por horas de trabajo

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

si

no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

Si

No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Para garantizar el resultado de las inspecciones

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

Si

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

Enviado: 20/8/21 11:30

CARGO *

Representante legal

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

si

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro ? *

Correctivo una vez al año, preventivo cada seis meses

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

mensual

semestral

anual

por horas de trabajo

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

Enviado: 20/8/21 12:06

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

si

no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

Si

No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Implementación de procesos de calidad que garanticen el debido mantenimiento del frenometro

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

No

CARGO *

Técnico de pista

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

si

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro ? *

Preventivo y correctivo

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

mensual

semestral

anual

por horas de trabajo

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

- si
- no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

- Si
- No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Debido a que el equipo debe operar en óptimas condiciones para un buen funcionamiento y no presentar fallas repentinas

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

No

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual sería y si la respuesta es negativa responder NO *

Debería ser más completo, con más detalle para tener cada una de sus partes en óptimas condiciones y así evitar paradas indeseadas

¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual sería y si la respuesta es negativa responder NO *

Sino tiene un buen mantenimiento el equipo puede presentar fallas y así arrojar datos erróneos por falta de mantenimiento llevando a cabo un mal funcionamiento

Enviado: 20/8/21 18:33

CARGO *

Operador de equipos

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

si

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro? *

preventivo o correctivo

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

mensual

semestral

anual

por horas de trabajo

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

Se debería hacer un constantemente mantenimiento ya que es un equipó con bastante uso y es uno de los equipos mas importantes en la revisión técnico mecánica

¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

Enviado: 21/8/21 7:32

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

- si
- no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

- Si
- No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Para su correcto funcionamiento debido a que es un equipo importante e indispensable para la revisión de las motocicletas

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

No

CARGO *

Jefe de Pista

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

sí

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro ? *

correctivo y preventivo

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

mensual

semestral

anual

por horas de trabajo

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

si

no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

Si

No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Para su optimo funcionamiento y no presentar fallas que puedan presentarse y ocasionar que el equipó deje de funcionar y garantizar un buen resultado de inspecciones

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

No

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual sería y si la respuesta es negativa responder NO *

El mantenimiento debería ser mas completo ya que no se tienen en cuenta todos sus componentes y solo se limitan a limpieza y lubricaron de sus rodillos

¿identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual sería y si la respuesta es negativa responder NO *

No

Enviado: 21/8/21 7:44

CARGO *

N. A

¿Tiene conocimiento sobre el mantenimiento del frenómetro de motocicletas? *

si

No

¿Qué tipo de mantenimiento se le realiza al frenómetro ? *

Preventivo

¿Cada cuanto tiempo se le realiza el mantenimiento al frenómetro en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

mensual

semestral

anual

por horas de trabajo

¿Tiene alguna sugerencia asociada al mantenimiento del frenómetro? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

¿Identifica algún inconveniente desde el punto de vista del funcionamiento del equipo asociado al mantenimiento? En caso afirmativo cual seria y si la respuesta es negativa responder NO *

No

Enviado: 23/8/21 11:41

¿El centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS cuenta con un manual de mantenimiento del frenómetro? *

si

no

¿Considera indispensable e importante que el equipo frenómetro cuente con un manual de mantenimiento en el centro de diagnostico automotor CDA CERMOTOS? *

Si

No

Basados en la pregunta anterior diga el porque de su respuesta. *

Es base tener un manual de mantenimiento basado en aspectos técnicos de fábrica o en aspectos técnicos para este fin.
.....

¿Actualmente existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento ? En caso afirmativo cual o cuales y si la respuesta es negativa responder NO *

No
.....

ANEXO 2.
ORDEN DE TRABAJO



ORDEN DE TRABAJO PARA SERVICIOS DE MANTENIMIENTO.

NIT 901.129.572-5

CENTRO DE DIAGNOSTICO AUTOMOTOR CDA CERMOTOS.
VILLAVICENCIO -META

DIA: _____ MES: _____ AÑO: _____

Solicitap por: _____ por este medio se solicita programar el mantenimiento

correctivo: _____ preventivo: _____ del equipo denominado: __Frenometro__ con referencia: __Oxeda__

prioridad de mantenimiento: programada: _____ urgente: _____

Repuestos SI: _____ NO: _____

Descripcion del mantenimiento: _____

Herramientas y repuestos necesarios: _____

personal involucrado: _____

observaciones y/o comentarios: _____

FIRMA

AUTORIZADO POR:

ANEXO 3. HOJA DE VIDA

HOJA DE VIDA DE MANTENIMIENTO.
CENTRO DE DIAGNOSTICO AUTOMOTOR CDA CERMOTOS
VILLAVICENCIO-META



Nombre del equipo: _____ Frenometro _____ Referencia: _____ Oxedra _____ NIT 901.129.572-5

FECHA DE ELABORACION DE MANTENIMIENTO: DD/MM/AAA			DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD REALIZADA	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	INSUMOS	REPUESTOS	CANTIDAD	FIRMA
Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Calibración							