FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS

Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

Autor

Osmar Smith Cubas Torres

ORCID: 0000-0001-8701-4824

Asesor

Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

ORCID: 0000-0002-9018-9569

Registro: UPA-PITIM0026

Bagua Grande – Perú

2023

Dedicatoria

Dedico mi tesis a mis padres Flor y José que con su gran amor y perseverancia me ayudaron hacer realidad el sueño que tanto anhelaba.

Agradecimiento

A todos los involucrados en esta investigación, al Mg. Leopoldo Holger Montes Cáceres por brindarme la confianza de realizar esta investigación en su empresa Automas Perú EIRL; y al Ing. Eduar Jamis Mejia Vásquez por las sugerencias constructivas obtenidas.

Autoridades universitarias

Rector	: Dr. Ever Salome Lázaro Bazán
Coordinador de escuela	: Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

Visto bueno del asesor

Yo Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez, docente y coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica Amazónica, dejo constancia de haber asesorado al Tesista Bach. Osmar Smith Cubas Torres, en su tesis titulada "Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco". Asimismo, dejo constancia que se han levantado las observaciones señaladas en las revisiones previas a esta presentación.

Por lo indicado, doy fe y visto bueno.

Bagua Grande, 09 de febrero del 2023.

Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

Asesor

Jurado evaluador

Dr. Ever Salome Lázaro Bazán
Presidente

Mg. Ing. Emilio Periche Chunga
Secretario

Mg. Ing. Juan José Castañeda León
Vocal

Declaración jurada de no plagio

Yo, Osmar Smith Cubas Torres, identificado con DNI 71095070, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica Amazónica.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la Tesis titulada: **"Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco"**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.
6. Se ha respetado las consideraciones éticas en la investigación.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir todas las cargas pecuniarias que pudiera derivarse para la Universidad Politécnica Amazónica en favor de terceros por motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del cumplimiento de lo declarado, y que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias o sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Bagua Grande, 09 de febrero del 2023.

Bach. Osmar Smith Cubas Torres

DNI 71095070

Índice

Dedicatoria ii
Agradecimiento iii
Autoridades universitarias iv
Visto bueno del asesor v
Jurado evaluador vi
Declaración jurada de no plagio vii
Índice viii
Índice de tablas xi
Índice de figuras xii
RESUMEN xiii
ABSTRACT xiv
I. Introducción 1
1.1 Realidad problemática 1
1.2 Formulación del problema 2
1.3 Justificación 2
1.3.1 Justificación tecnológica 2
1.3.2 Justificación social 2
1.3.3 Justificación económica 3
1.3.4 Justificación científica 3
1.4 Hipótesis 3
1.5 Objetivos 3
1.5.1 Objetivo general 3
1.5.2 Objetivos específicos 4
II. Marco teórico 5
2.1. Antecedentes de la investigación 5
2.1.1. Internacionales 5
2.1.2. Nacional 6
2.1.3. Regionales y locales 6
2.2. Bases teóricas 7
2.2.1. Revisiones técnicas 7
2.2.2. Función del mantenimiento 7

2.2.3. Tipos de mantenimiento 8
2.2.4. Falla de mantenimiento 8
2.2.5. Tipos de fallas 8
2.2.6. Indicadores de mantenimiento 9
2.2.7. Disponibilidad 9
2.3. Definición de términos 11
III. Materiales y métodos 13
3.1. Diseño de investigación 13
3.2. Población, muestra y muestro 13
3.3. Determinación de las variables 14
3.4. Fuentes de información 14
3.5. Métodos 14
3.6. Técnicas e instrumentos 15
3.7. Procedimiento 15
3.8. Análisis estadístico 16
3.9. Consideraciones éticas 16
IV. Resultados 17
4.1. Equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL 17
4.2. Recopilación del historial de paradas de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL. 20
4.3. Calculo de la disponibilidad actual de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL. 22
4.4. Determinación de las actividades de mantenimiento preventivo programado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL. 27
4.5. Cálculo del nuevo indicador de disponibilidad considerando el plan diseñado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL. 32
V. Discusión 39
Conclusiones 41
Recomendaciones 42

Referencias bibliográficas 43
Anexos 46

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de mantenimientos 8
Tabla 2 Descripción de los procesos en Revisiones Técnicas Automas Perú EIRL.. 18
Tabla 3 Lista de máquinas en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú EIRL 18
Tabla 4 Cese de actividad que genera cada máquina 19
Tabla 5 Tiempos de paradas y cantidad de fallas por máquina 20
Tabla 6 Paradas para el frenómetro en el año 2021 21
Tabla 7 Paradas del banco de pruebas de suspensión en el año 2021 21
Tabla 8 Paradas y tiempo de paradas para equipos principales 22
Tabla 9 Tiempos *uT* y *DT* para el frenómetro en el año 2021 24
Tabla 10 Tiempos *uT* y *DT* para el banco de suspensión en el año 2021 25
Tabla 11 Indicadores de disponibilidad para frenómetro y banco de suspensión para el año 2021 26
Tabla 12 Actividades de mantenimiento para frenómetro y banco de suspensión 27
Tabla 13 Código para cada actividad 28
Tabla 14 Total de días trabajados en el año 2021 33
Tabla 15 Cantidad de actividades al año 33
Tabla 16 Tiempo de demora para realizar las actividades 33
Tabla 17 Cantidad de tiempo total por mantenimiento preventivo 34
Tabla 18 Mantenimiento correctivo después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo programado 35
Tabla 19 Fallas por mantenimiento correctivo con la aplicación del plan de mantenimiento propuesto 36
Tabla 20 Tiempos útiles, tiempo de paradas y cantidad de paradas por mantenimiento correctivo 36
Tabla 21 Tiempo útil total para nueva disponibilidad 37
Tabla 22 Tiempo de paradas total 37
Tabla 23 Cantidad de paradas para frenómetro y banco de suspensión 38
Tabla 24 Cantidad de tiempos útiles para frenómetro y banco de suspensión 38
Tabla 25 Disponibilidad aplicando el plan de mantenimiento preventivo programado propuesto 38
Tabla 26 Comparación de disponibilidades actual y proyectada con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo 38

Índice de figuras

Figura 1 Esquema de diseño de investigación 13
Figura 2 Procedimiento propuesto para desarrollar la investigación 16
Figura 3 Diagrama del proceso de trabajo en revisiones técnicas 17
Figura 4 Diagrama de funcionamiento para banco de suspensión en el año 2021 23
Figura 5 Diagrama de funcionamiento para frenómetro en el año 2021..... 23
Figura 6 Explicación de la conformación del código..... 28
Figura 7 Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento para el frenómetro 30
Figura 8 Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento para el frenómetro 31
Figura 9 Formato de lista para registro de mantenimiento diario 32
Figura 10 Explicación de paradas por mantenimiento preventivo para el frenómetro 35

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco, esta investigación fue del tipo no experimental y con un diseño descriptivo con propuesta. En el desarrollo de esta investigación se plantea determinar los equipos principales de la empresa siguiendo los criterios de importancia en paradas mayores y cantidad de paradas que tienen los equipos así se encontró que el banco de suspensión y el frenómetro de rodillos fueron los equipos principales los cuales tienen una disponibilidad de 90% y 86%, desarrollando un plan de mantenimiento programado se logró concretar un aumento de disponibilidad de 2% para el banco de suspensión y 3% para el frenómetro de rodillos concluyendo que el plan de mantenimiento si aumenta la disponibilidad de los equipos principales en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L.

Palabras clave: Equipos principales, plan de mantenimiento, disponibilidad de equipos principales.

ABSTRACT

The objective of this research was to design a maintenance plan to the availability of main equipment in the Automas Peru E.I.R.L. Technical Revisions Company, San Jeronimo District - Cusco, this research was of the non-experimental type and with a descriptive design with proposal. In the development of this research, it is proposed to determine the main equipment of the company following the criteria of importance in major stops and number of stops that the equipment has, so it was found that the suspension bench and the roller brake tester were the main equipment which have an availability of 90% and 86%, developing a scheduled maintenance plan, it was possible to achieve an increase in availability of 2% for the suspension bench and 3% for the roller brake tester, concluding that the maintenance plan does increase the availability of the main teams in the company Revisiones Técnicas Automas Peru E.I.R.L.

Keywords: Main equipment, maintenance plan, availability of main equipment.

I. Introducción

1.1 Realidad problemática

A nivel mundial toda empresa que se dedique a la generación de productos o brindar servicios en tecnología debe tener sus equipos sobre todo los principales en condiciones de uso optimas debido que estos son la base del trabajo que realiza, pretendiendo en todo momento disminuir los tiempos no deseados que se dan por la aparición de fallas ya que estos tiempos producen una disminución de la disponibilidad en los equipos principales y todos los equipos en general, la importancia de brindar un mantenimiento preventivo y correctivo se vuelve una necesidad ya que son los fundamentos para que los equipos sobre todo los equipos principales de la empresa puedan desempeñar sus funciones, además que de aplicar actividades de mantenimiento sin ningún tipo de plan específico considerando las funciones de la empresa no otorgan la fiabilidad de mantener los activos operando (Ramírez, 2019).

Así como menciona Willian Gurri Caraballosa, especialista de Dirección de Acueducto, Alcantarillado y Drenaje en Cuba, que el mantenimiento preventivo es una importante herramienta para poder aseverar la durabilidad de los equipos principales y todos los equipos de la empresa, es así que se entiende que el no brindar un mantenimiento preventivo asegura que estos equipos principales acortaran su vida útil disminuyendo el patrimonio de la empresa, disponibilidad y sus utilidades al truncar las funciones de los equipos (Cruz, 2022).

En el Perú como en distintas partes del planeta se entiende que un vehículo automotriz no debe perjudicar a la persona como al ambiente por lo consiguiente se creó mediante la Ley Nº 29237, el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares, encargado de certificar el buen funcionamiento y mantenimiento de los vehículos y el cumplimiento de las condiciones y requisitos técnicos establecidos en la normatividad nacional (MTC, 2008).

Es así que al tener una función tan especifica un Centro de Inspecciones Técnicas Vehiculares debe también velar por el correcto funcionamiento de sus equipos sobre todo en cuanto a mantener una buena disponibilidad de sus equipos principales, es aquí donde el no contar con un plan de mantenimiento adecuado se generan fallas de costo de reparación debido a que existen reparaciones que se pueden prevenir, tiempo de inactividad total que involucra que la empresa no pueda brindar el servicio de la línea a la que pertenece la

máquina con falla, implicaciones para la salud y la seguridad debido al mal estado de la máquina y por ultimo problemas en la prestación de servicios y la producción (Fuertes, 2012).

En la empresa Automas Perú E.I.R.L. que es una de las empresas autorizadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para ejercer actividades de Revisiones Técnicas en el Perú tiene problemas de gran magnitud con sus activos teniendo una baja disponibilidad en sus equipos principales en este caso los equipos principales en esta empresa son el banco de suspensión y el fonómetro de rodillos durante todo su tiempo de trabajo estos dos activos presentan fallas constantes teniendo una disponibilidad inadecuada que no permiten a la empresa dedicarse a tiempo completo en sus actividades y conlleva a presentar todos los contratiempos que se generan por falta de mantenimiento, haciendo así que la empresa en manera general presente impuntualidad en la ejecución de sus servicios y además malestar en la clientela.

1.2 Formulación del problema

¿Se podrá diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo - Cusco?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación tecnológica

La justificación tecnológica se dio debido a que se generó un plan de mantenimiento dirigido hacia equipos de uso en el taller de revisiones técnicas Automas Perú EIRL, el plan de mantenimiento para ser concebido requiere que se genere conocimiento sobre los aspectos técnicos de los activos en mención que son el banco de suspensión y el fonómetro de rodillos para poder establecer actividades idóneas en el mantenimiento preventivo de dichas máquinas.

1.3.2 Justificación social

La justificación social se dio debido a la misma función de la empresa debido a que su existencia se debe a la supervisión de las características técnicas apropiadas para que los vehículos puedan brindar seguridad en su transporte tanto a los que están dentro y fuera de

él, es importante y justificable que se tomen las medidas necesarias para que le empresa pueda brindar este servicio y así establecer un trabajo de calidad en los vehículos que ingresan a realizar dichas inspecciones.

1.3.3 Justificación económica

La justificación económica se dio debido a que uno de los objetivos del mantenimiento programado es reducir paradas inoportunas estas paradas generan gastos tanto directos como indirectos si bien está establecido que según las teorías de mantenimiento no se pueden evitar todas las paradas por falla es también acertado decir que la reducción de tiempos en la reparación de estas paradas generan el ahorro económico en tiempos muertos tanto del operador como de la empresa, además cuando las paradas son en equipos principales o críticos como lo son el fonómetro de rodillos y el banco de suspensión generan una parada de toda la empresa lo que genera gastos en producción generales.

1.3.4 Justificación científica

La justificación científica se dio debido a que se genera conocimiento fundamentado por teorías y fundamentos científicos al poder contrastar la hipótesis probando mediante el cálculo la reducción de los indicadores de mantenimiento con la propuesta del plan de mantenimiento generado en este estudio.

1.4 Hipótesis

Si se puede diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo - Cusco.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL
- Recopilar el historial de paradas de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.
- Calcular la disponibilidad actual de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.
- Determinar las actividades de mantenimiento preventivo programado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.
- Calcular el nuevo indicador de disponibilidad considerando el plan diseñado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Marquez (2017) en su investigación "Elaboración de un Plan de Mantenimiento para los Equipos del Centro de Diagnóstico Automotor el Coche Ocaña" desarrollada en Colombia que tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento para los equipos del centro de diagnóstico automotor el Coche Ocaña, en esta investigación se identificó que los equipos no presentan información técnica sobre su mantenimiento ya que el departamento de mantenimiento solo reporta informes sin aspectos técnicos lo cual impide la gestión correcta del mantenimiento, se analizó la criticidad de los equipos encontrando 13 equipos críticos y 3 importante los equipos con categoría A llamados críticos fueron banco de suspensión, frenómetro, detector de holguras, analizador de gases, luxómetro, bascula de motos, elevador hidráulico y compresor. se creó los formatos de ficha técnica, hoja de vida, ordenes de servicio, de trabajo, bitácoras y otros formatos preventivos con los que se planteó el seguimiento de las máquinas y el recojo de información técnica de sus mantenimientos.

Barboza (2019) en su investigación "Diseño de un plan de mantenimiento basado en el TPM para el centro de diagnóstico automotor El Coche Ocaña N.S." desarrollada en Colombia cuyo objetivo fue diseñar un plan de mantenimiento basado en el TPM para el centro de diagnóstico automotor El Coche, en esta investigación no se tiene información técnica actualizada sobre mantenimiento que se adecue a los procesos y actividades que ejercen los equipos, el sistema TPM se planteó para involucrarlos en una filosofía de mantenimiento que abarque toda la empresa, se encontraron dos pistas de la primera llamada pista uno o mixta conto con 9 máquinas mientras que la pista 2 o de motos cuenta con 7 máquinas, se recogió información técnica de cada una de las máquinas y se codificaron considerando algunos criterios que especifican su clasificación, se generó un plano de las áreas y su funcionamiento de la empresa y se desarrolló una explicación del procedimiento de trabajo de la empresa.

2.1.2. Nacional

Chino (2018) en su investigación "Análisis en función de la criticidad e los equipos de la planta de Centro de Inspección Técnica Vehicular AZPER Perú SAC. Juliaca y elaboración de un Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad" desarrollada en Perú cuyo objetivo fue diseñar un plan de mantenimiento en base al análisis del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para los equipos de la planta de Centro Inspecciones Técnicas Vehiculares AZPER Perú SAC Juliaca en primer lugar se determinó la criticidad de los equipos determinando que tanto el banco de suspensión como el fonómetro son los quipos críticos, se analizó el funcionamiento de todos los equipos encontrando que todos están operativos. Se estableció que el periodo necesario para el mantenimiento del banco de pruebas es de 280 con una confiabilidad de 70% ya que el promedio de falla es cada 345 horas, mientras que el frenómetro su tiempo de mantenimiento es de 400 horas con una confiabilidad también del 70%, considerando que su tiempo promedio entre fallas es de 717 horas.

Alarcón (2018) en su investigación "Programa de Mantenimiento Autónomo para Mejorar la Efectividad Global de los Equipos de una Planta de Revisiones Técnicas Vehiculares en la Provincia de Huarochirí" desarrollada en Perú cuyo objetivo general fue desarrollar 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, en esta investigación se determina que al implementar el programa de mantenimiento el ambiente laboral se mejoró, se logró el objetivo de aumentas el OEE promedio de 64% a 75% una vez implementado el programa, todo esto se logró con la colaboración del personal de mantenimiento, reduciendo los costos en operación y mantenimiento debido a que el mantenimiento autónomo permite realizar un mantenimiento diario lo que detecta las fallas o anomalías a tiempo.

2.1.3. Regionales y locales

No se encontraron antecedentes en los niveles regionales y locales referentes a plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en empresa de revisiones técnicas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Revisiones técnicas

Es el control periódico que se le da a los automóviles para poder verificar el correcto funcionamiento de a máquina, cuyo objetivo es evitar que ocurran accidentes y de reducir la contaminación del vehículo por gases de efecto invernadero. Mediante esta revisión se brinda un certificado que es obligatorio para poder tener permiso para circular (Dercocenter, 2022).

Las revisiones técnicas a los vehículos pueden ser semestrales o anuales, según las características del vehículo como lo son modelo y uso al que se destinan, lo que se revisa en una inspección de revisiones técnicas es el sistema de dirección constatando si tu auto se desvía hacia los lados cuando avanza en una línea recta, las condiciones en que se encuentran los discos o pastillas de los frenos, así también los neumáticos revisando en que concisiones se encuentran si es que existen fisuras, están gastados o deformes, el sistema de suspensión considerando si el vehículo rebota o esta desnivelado. Además, se revisa los sistemas de luces la transición, chasis, combustión interna, emisión de gases, escape, parabrisas, limpiaparabrisas, espejos, asientos, cinturones de seguridad e indicadores como velocímetros y demás instrumentos o señales del tablero (Dercocenter, 2022)

2.2.2. Función del mantenimiento

La función del mantenimiento es la de asegurar que se cumplan con los objetivos de la empresa de la cual se forma parte, tiene como objetivo el de maximizar la disponibilidad de la maquinaria y el equipo para tener una producción óptima (Renovetec, 2021).

Las funciones principales del mantenimiento son, primero el diseño y aplicación de las distintas formas o métodos de mantenimiento, en segundo lugar, el de reparar, revisar y mantener las máquinas e instalaciones de la empresa y por último el de diseñar programas de mantenimiento preventivo o programado. Además, tiene funciones secundarias como la de asesoría en la compra de equipos, el de pedidos de herramientas, suministro y/o equipos, mantener la seguridad de los sistemas de protección, tener un inventario de repuestos y suministros (Catela, 2017).

2.2.3. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento no es único es decir que existen diferentes tipos de él. En la industria, el estado de los equipos e instalaciones es fundamental para el desarrollo de las actividades de la empresa, la clasificación más habitual de mantenimiento se muestra a continuación (Eurofins, 2020)

Tabla 1

Clasificación de mantenimientos

Tipo de clasificación	Clasificación
Función de la tarea	Preventivo Correctivo Predictivo
Función de la cualificación	Interno Externo

Nota. Adaptado de "Tipos de mantenimiento industrial" de Eurofins, 2020.

2.2.4. Falla de mantenimiento

Son eventos inesperados que implican que se tiene un mal funcionamiento o una detención total de las funciones de la máquina lo que incide de manera directa en la producción de la entidad (ComparaSoftware, 2020).

Las fallas más comunes se dan debido a que los diseñadores de las máquinas en ocasiones no tienen conocimiento específico de las condiciones de trabajo de las máquinas que han diseñado por lo que no toman en consideración ciertas variables para sus máquinas, otra de las causas comunes es el mal uso de los equipos estas fallas son casi el 39% de las fallas en las máquinas y por ultimo las fallas más comunes se da por el propio envejecimiento del equipo ya que aquí aparecen fallas por desgaste, fatiga, corrosión y cavitación estas están alrededor del 11% (Valborsoluciones, 2018).

2.2.5. Tipos de fallas

Las fallas se clasifican por el tiempo de aparición de cuando se van a presentar, las primeras que se mencionan son la fallas tempranas este tipo de fallas como se puede apreciar por su nombre estas se presentan en los inicios de operación de la máquina y desaparecen de manera rápida con el paso del tiempo y claro los ajustes que se le dan a la máquina para que desempeñe sus funciones de producción, las causas principales de que

aparezcan el por la mala instalación que tuvo la máquina o el desconocimiento de cómo se maneja por parte de los operarios o fallas en el diseño inicial. Las siguientes fallas son las adultas que se presentan durante el tiempo de mejor producción del equipo o su vida media, estas son causadas por factores externos al equipo como a la mala operación, algún accidente, o el mal mantenimiento preventivo (Valborsoluciones, 2018).

Por ultimo las fallas en el final de la vida útil del equipo llamadas fallas tardías, estas se presentan de manera repetitiva debido al término de la vida útil del equipo, cuando un activo llega a esta etapa se debe tomar la decisión de si se reemplazara dicho activo o se hará un mantenimiento overhaul considerando que es lo más rentable para la empresa. Otro tipo de clasificación son de acuerdo al impacto sobre el equipo estas son las fallas parciales si es que solo es afectado una parte del equipo y las fallas totales si es que se afecta el equipo en su totalidad (Valborsoluciones, 2018).

2.2.6. Indicadores de mantenimiento

Estos son gestores para un buen programa de mantenimiento debido a que el equipo de mantenimiento, rutina de trabajo, procesos y máquinas deben ser analizados para evaluar si las actividades de mantenimiento están siendo beneficiosas. Estas actividades se pueden analizar después de medidas siempre y cuando se puedan cuantificar, así lo importante es establecer que parámetros son los más importantes y que benefician al ser analizados estos son los que reciben el nombre de indicadores de mantenimiento (Garcia, 2016).

2.2.7. Disponibilidad

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes depende del tiempo de operación y el tiempo total que debió trabajar la máquina (Tenuco, 2021).

Aunque es un poco confiable en el sentido que si la persona quiere mostrar un resultado poco objetivo lo conseguirá. En palabras más exactas la disponibilidad es un indicador que se puede definido como la relación directa entre el tiempo disponible de producir un bien o servicio y el tiempo total de paradas en una empresa, equipo o actividad. Para poder determinar el tiempo de productividad se resta el tiempo total de

horas que puede trabajar la máquina entre el tiempo que han tenido las paradas en la máquina como se muestra en la ecuación 1 (Garcia, 2016).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \quad (1)$$

La disponibilidad se puede entender también como el porcentaje de tiempo para que un equipo pueda trabajar sin presentar una avería o falla, por eso es uno de los indicadores más importantes que se pretende manipular con el mantenimiento, aumentándola para minimizar las horas perdidas no programas que impiden cumplir con los tiempos de producción que elevan los costos de mantenimiento (Chunga et al, 2020).

2.2.8. Equipos principales

En toda empresa sobre todo de procesos existen distintos tipos de equipos que se pueden clasificar en tres tipos según la parada que originan primero se encuentran los equipos que no tienen incidencia directa en el proceso, y generan paradas sin consecuencias para la línea de proceso, se suelen llamar equipos normales o menores, en segunda instancia vienen los equipos importantes o semicríticos son los que producen una reducción de las funciones de la línea si es que llegan a presentar alguna avería, y por ultimo están los equipos más importantes de toda la línea de proceso que se llaman equipos principales estos ocasionan una parada mayor que es la paralización completa de la línea de producción por lo que son considerados como los equipos críticos de la empresa (Garcia, 2006).

2.2.9. Banco de suspensión

Máquina diseñada para poder evaluar las suspensiones de los vehículos teniendo que soportar las cargas suficientes que haya margen al peso del vehículo, este equipo tiene por objetivo el realizar una análisis rápido y eficaz del estado de la suspensión de vehículos mediante el método EUSAMA que mide individualmente las ruedas de cada eje. El equipo casi siempre lleva incorporados sistemas de seguridad que detectan la presencia del vehículo durante el ensayo así lo realiza ni bien las plataformas de suspensión detectan el peso del vehículo sobre ellas. Los motores eléctricos que conforman el equipo someten a una oscilación a la suspensión del vehículo en una frecuencia de 0 a16 Hz ya que se busca

simular las condiciones de la carretera y poder medir el grado de adherencia del vehículo sobre ella. Los datos fluyen a un ordenador que ocupa un control del sistema de medición y de cómo funciona la máquina, la visualización se hace según lo que contenga la máquina para poder indicar las medidas (Ryme, 2022)

2.2.10. Frenómetro

El frenómetro es un equipo que se utiliza para realizar una evaluación fiable del estado del sistema de frenado de un vehículo, ligero o vehículo pesado de hasta 18 Tn por eje. Su principal cometido realizar una rápida y eficaz verificación del estado de funcionamiento del control de frenado, midiendo con precisión la frenada máxima en los ejes delantero y trasero, freno de mano, así como de la ovalidad existente en los discos y tambores del sistema de frenado. Los dos bastidores, uno para cada rueda del mismo eje, son estructuras mecano-soldadas de acero. Requieren de un diseño y procesos de fabricación de los más exigentes para su producción y calidad, ya que necesitan ser máquinas robustas, de alta fiabilidad y longevidad. Los bastidores se montan rodillos que aseguran una adherencia adecuada para realizar la prueba con éxito. Sus potentes motores arrastran los rodillos y las células de fuerza informa de la medida de frenada de manera continua durante la prueba. Un ordenador se ocupa de controlar todo el sistema de medición y el funcionamiento de la máquina (Ryme, 2022).

2.3. Definición de términos

Plan de mantenimiento. - Conjunto de intervenciones u operaciones preventivas que debemos realizar en los equipos o activos de nuestra instalación, basadas en protocolos de mantenimiento para cada tipo de activo, para lograr cumplir con unos objetivos de disponibilidad (Garcia, 2016).

Disponibilidad. - disponibilidad es un indicador que se puede definido como la relación directa entre el tiempo disponible de producir un bien o servicio y el tiempo total de paradas en una empresa, equipo o actividad. (Alberti, 2020)

Mantenimiento preventivo. - Es un mantenimiento que se establece en la revisión de los elementos para que tengan un buen funcionamiento antes que ocurra alguna falla y evitarlas en lo más posible (Vidal, 2021)

Mantenimiento correctivo. - Es aquel que se realiza cuando ocurre una falla en el equipo, por ende, lo que busca es reparar las fallas que se presentan en la máquina, las cuales aparecen por el tiempo o mal manejo de los equipos (Renovetec, 2021).

Frenómetro de rodillos. - Equipo utilizado para el análisis del estado de sistema de frenado en un vehículo, ya sea ligero o pesado, este realiza una prueba rápida y eficaz midiendo lo más precisamente la frenada de los ejes delanteros y/o traseros (Ryme, 2022)

Banco de suspensión. – Es un equipo diseñado para poder evaluar las suspensiones en vehículos, realizando un análisis rápido y eficaz del estado de los sistemas mencionados (Ryme, 2022).

III. Materiales y métodos

3.1. Diseño de investigación

La investigación según Ñaupas (2014) se determina del tipo no experimental ya que no se manipularán las variables y del tipo descriptiva con propuesta ya que se analizará la realidad tal cual se muestra además con respecto a los resultados la investigación se pretende como básica ya que estos se podrían utilizar para lograr solucionar el problema de investigación de manera directa**.**

Figura 1

Esquema de diseño de investigación.

M: O → P

Donde:

M: Muestra de equipos principales.

O: Observación de paradas de equipos.

P: Propuesta de diseño del plan de mantenimiento.

Nota. Diseño de investigación descriptivo con propuesta.

3.2. Población, muestra y muestro

Población

Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación (López, 2004). La población para este estudio se tomó como:

- Equipos principales de la empresa de revisiones técnicas Automas Perú E.I.R.L.
- Historial de paradas de los equipos principales de la empresa revisiones técnicas Automas Perú E.I.R.L.

Muestra

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación (López, 2004). La muestra se delimito en el tiempo ya que no se podrán obtener todas las fallas desde que se creó la empresa:

- Equipos principales de la empresa de revisiones técnicas Automas Perú E.I.R.L. en el año 2021.
- Historial de paradas de los equipos principales de la empresa revisiones técnicas Automas Perú E.I.R.L. en el año 2021.

Muestreo

Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población (López, 2004). En cuanto al muestreo la muestra se tomó de manera no probabilística bajo el criterio del investigador.

3.3. Determinación de las variables

Variable independiente : Plan de mantenimiento

Variable dependiente : Disponibilidad de equipos principales

3.4. Fuentes de información

Las fuentes de información que se utilizaron fueron los registros en el taller y los cuadernos de ocurrencia del mecánico en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L.

3.5. Métodos

Según Arrieta (2018) “Es una forma razonar y explicar la realidad partiendo de leyes o teorías generales hacia casos particulares” mientras que el método inductivo “Es una forma de razonar partiendo de una serie de observaciones particulares que permiten la producción de leyes y conclusiones generales”. Por lo que esta investigación se utiliza este método de desarrollo estableciendo resultados en los objetivos específicos que al conglomerarse se logre el objetivo general.

3.6. Técnicas e instrumentos

Técnicas de recolección de datos

Son las estrategias empleadas para recabar la información requerida y así construir el conocimiento de lo que se investiga. Las técnicas permiten la recolección de información y ayudan al ser del método lo que permite operativizar a la técnica (Martínez, 2013). Las técnicas utilizadas para esta investigación fueron:

- Observación directa
- Análisis de documentos

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron fueron:

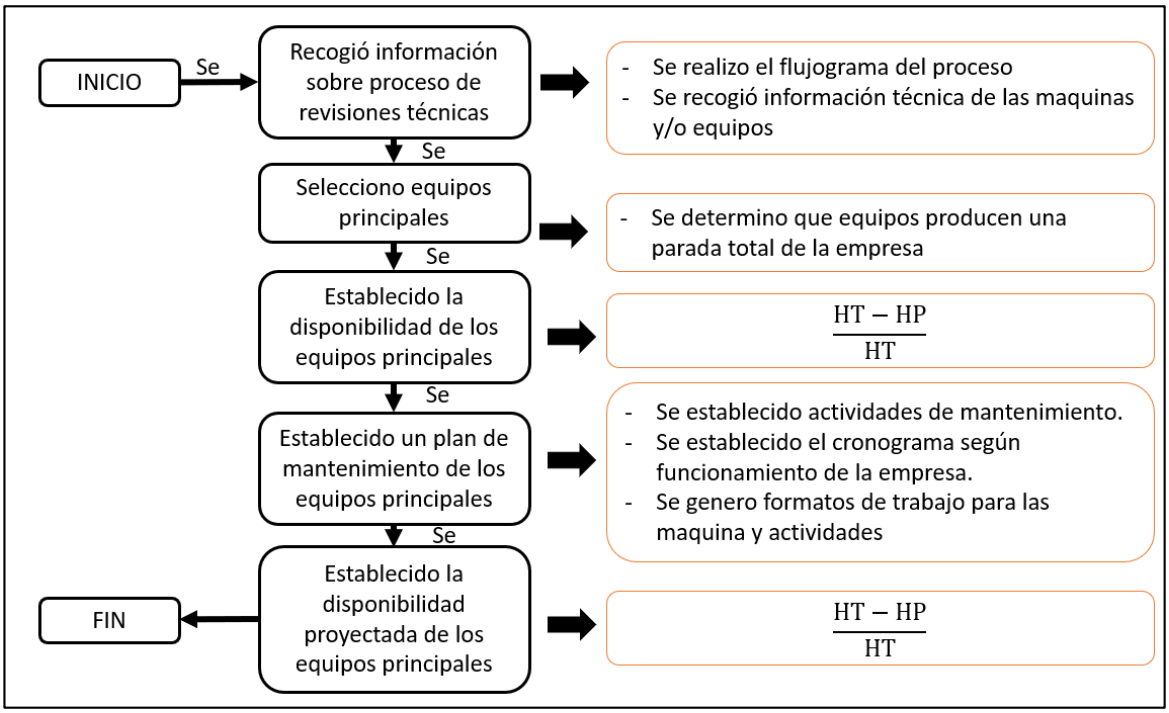
- Listado de equipos. La ficha se utilizó para establecer todos los equipos que utilizan en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., así como sus características más importantes de cada uno.
- Historial de paradas. La ficha se utilizó para recoger las paradas que ha tenido los equipos más principales de la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L. durante el periodo de investigación.
- Ficha de análisis de documentos. El instrumento se utilizó para recoger datos puntuales de manuales, libros o antecedentes que se requieran para cálculos o decisiones.

3.7. Procedimiento

En primera instancia se determinó los equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L. de los cuales se recogieron los historias de paradas para poder calcular la disponibilidad actual de estos equipos, con esta información se elaboró las actividades de mantenimiento considerando el manual de fabricante para los cambios de repuestos, lubricación y demás, después se generara un escenario donde se asumirá que el plan de mantenimiento fue implementado durante el año que se han recogido las fallas y así se eliminaron las fallas que no hubieran ocurrido si el plan se hubiera ejecutado con lo que se calculó nuevamente el indicador de disponibilidad y se comparó su cambio con el indicador existente, el procedimiento se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Procedimiento propuesto para desarrollar la investigación



3.8. Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva. Se utilizó el programa Excel para el tratamiento de los datos.

3.9. Consideraciones éticas

Se tuvo en consideraron el código ontológico del Colegio de Ingenieros del Perú para desarrollar y utilizar la información confiada solamente para los fines por la que se pidió respaldando así la confianza de la empresa y respondiendo a la ética profesional de todo ingeniero que se menciona en el código. Además, se respetó los derechos de autoría citando todos los datos que se tomaron de otras investigaciones.

IV. Resultados

4.1. Equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL

Revisiones Técnicas Automas Perú EIRL, es una empresa dedicada a las inspecciones técnicas vehiculares cumpliendo con altos estándares de calidad, cuentan con equipos especializados y calibrados semestralmente en concordancia con lo establecido por el Decreto Supremo N° 025-2008-MTC, para certificar el buen funcionamiento y mantenimiento de los vehículos que circulan por las vías públicas terrestres a nivel nacional; en la empresa Automas Perú EIRL se verifica que los vehículos cumplan las condiciones y requisitos técnicos establecidos en la normativa nacional, con el propósito de garantizar la seguridad del transporte y el tránsito terrestre y las condiciones ambientales saludables.

Los equipos principales en una empresa son aquellos que generan una parada mayor, en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú EIRL el proceso es lineal y directo como se muestra en la Figura 3 además cada proceso tiene en si tienes sus funciones específicas, que son las que se describen en la Tabla 2.

Figura 3

Diagrama del proceso de trabajo en revisiones técnicas

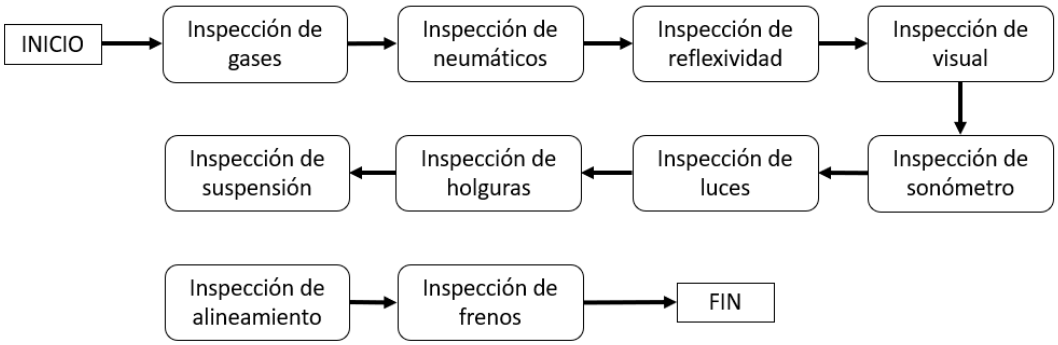


Tabla 2

Descripción de los procesos en Revisiones Técnicas Automas Perú EIRL

Ítem	Evaluación	Descripción
1	Inspección visual	Examen visual por parte del técnico se Inspecciona todo lo que indica en su tarjeta de identificación vehicular debe coincidir con el vehículo, también verifica el estado superficial e inconsistencias (cables sueltos, fugas, luces, freno, retroceso, micas en faros, ventanas rotas, puertas, etc).
2	Inspección de gases	Se usa el analizador de gases en el tubo de escape (gasolinero) u opacímetro (diésel).
3	Inspección de neumáticos	Se miden con el detector de profundidad.
4	Inspección de reflectividad	Se mide la intensidad de brillo de las láminas reflectivas o cintas reflectivas con el reflectometro.
5	Inspección de sonómetro	Se mide las emisiones sonoras de la bocina con el sonómetro.
6	Inspección de luces (luxómetro)	Se mide las luces alta y baja con el luxómetro.
7	Inspección de holguras	Se mueve el vehículo para observar elementos suelto y fugas por examen visual.
8	Inspección de la suspensión	Se realiza la medición de la suspensión mediante el banco de suspensión.
9	inspección de alineamiento	Se realiza a medición de alineación mediante el medidor de alineación de ruedas al paso sin detenerse, solo se le hace la prueba a las ruedas del lado del piloto.
10	Inspección de frenos	Se mide la fuerza de frenado con el frenómetro, en el primer eje solo se le hace la prueba de freno de servicio o freno de pie, en el segundo eje se le hace la prueba de freno de servicio y freno de estacionamiento.

Considerando los procesos descritos en la Tabla 2 se realizó un inventario de las máquinas y equipos que se utilizan en la empresa la cual se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Lista de máquinas en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú EIRL

Descripción	Marca	Modelo	Proceso
Regloscopio con luxómetro.	Tecnolux	2505/L1	Inspección de luces.
Reflectometro.	ETB	ETB-0686	Inspección de cintas reflectivas.
Medidor de alineación de ruedas al paso.	VTEQ	SLIP710p	Alineación de neumáticos.
Frenómetro de rodillos.	VTEQ	BRAK 5010	Inspección de frenos.
Detector de holguras	VTEQ	AXLE700	Inspección de holguras.

Banco de pruebas de suspensiones.	VTEQ	EUSA 3012	Inspección de la suspensión.
Analizador de gases.	Capelec	CAP3201 4GAZ	Inspección de gases en vehículos gasolineros.
Opacímetro	Capelec	CAP3201 4GAZOPA	inspección de gases en vehículos diésel.
Sonómetro	Cesva	SC102	Inspección de la intensidad sonora.
Torre de inflado de llantas	Pit bull	ZBM25A	General.
Detector de profundidad	Nikon	Analogo	Inspección de la profundidad de los neumáticos.
Cámara fotográfica digital	Canon	L830	Presentación de informes.
Equipos para analizar mediciones	Nikon		General.
Cámara filmadora	Canon		Presentación de informes.

Según las teorías expuestas, un equipo principal es aquel que genera un parto total o del 100% en la empresa, por lo que se realizó un análisis del impacto de manera general de cada una de las máquinas, para determinar cuáles si se detienen generan un paro total de la empresa, así se consolido la Tabla 4.

Tabla 4

Cese de actividad que genera cada máquina

Descripción	**Proceso**	**Paro del proceso**
Regloscopio con luxómetro	Inspección de luces	100%
Reflectometro	Inspección de cintas reflectivas	100%
Medidor de alineación de ruedas al paso	Alineados de neumáticos	100%
Frenómetro de rodillos	Inspección de frenos	100%
Detector de holguras	Inspección de holguras	100%
Banco de pruebas de suspensiones	Inspección de la suspensión	100%
Analizador de gases	Inspección de gases en vehículos gasolineros	100%
Opacímetro	Inspección de gases en vehículos Diésel	100%
Sonómetro	Intensidad de bocina del vehículo	100%
Detector de profundidad	Profundidad de los neumáticos	100%

Para poder determinar los equipos principales se utilizó un criterio más, debido a que en la Tabla 4 se puede aprecias que todos los equipos generan un paro de 100% en la empresa, pero no todos los equipos han generado un problema durante el periodo de

evaluación por lo que se determinar cómo equipos principales a los que han generado un mayor tiempo de parada en la empresa según el registro de trabajo y mantenimientos se recogió las siguientes fallas y tiempo detenido para cada máquina. Estos tiempos de parada y cantidad de fallas se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Tiempos de paradas y cantidad de fallas por máquina

Descripción	Cantidad de paradas		Tiempo de paradas	
Regloscopio con luxómetro	1	4%	2	0%
Reflectometro	0	0%	0	0%
Medidor de alineación de ruedas al paso	0	0%	0	0%
Frenómetro de rodillos	10	43%	387.53	57%
Detector de holguras	0	0%	0	0%
Banco de pruebas de suspensiones	11	48%	282.70	42%
Analizador de gases	1	4%	3	0%
Opacímetro	0	0%	0.00	0%
Sonómetro	0	0%	0	0%
Detector de profundidad	0	0%	0.00	0%
Total	23	100%	675.23	100%

Como se observa en la Tabla 5 son dos las máquinas que generan mayores paradas totales a la empresa a estas máquinas son el fonómetro de rodillos que ha generado el 43% de paradas y el 57% de tiempo de paradas en la empresa, y el banco de pruebas de suspensión que ha generado el 48% de paradas y el 42% de tiempo de paradas en la empresa, con lo que establece estas dos máquinas como equipos principales.

4.2. Recopilación del historial de paradas de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.

Como se mencionó los equipos principales en la empresa son el frenómetro y el banco de pruebas de suspensión, se recogió el historial de cada uno de estos equipos, en la Tabla 6 y 7 se muestra el detalle de las paradas de cada equipo.

Tabla 6

Paradas para el frenómetro en el año 2021

N°	Falla	Inicio		Fin	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
1	Ruptura en tapa de cadena	30/01/2021	09:30:00	02/02/2021	12:30:00
2	Ruptura en templador de cadena	27/02/2021	11:20:00	03/03/2021	08:25:00
3	Calibración en sensor de peso	06/04/2021	09:30:00	08/04/2021	08:20:00
4	Ruptura en sensor de freno	18/05/2021	11:30:00	22/05/2021	12:35:00
5	Sobrecalentamiento de rodamiento de chumacera	01/06/2021	12:00:00	05/06/2021	08:30:00
6	Sobrecalentamiento de cables de red de frenómetro	27/06/2021	09:20:00	30/06/2021	12:15:00
7	Fallas internas en el motor de frenómetro	31/08/2021	13:35:00	15/09/2021	08:00:00
8	Ruptura en seguro de cadena	22/09/2021	16:25:00	24/09/2021	09:30:00
9	Ruptura de cadena	01/10/2021	10:30:00	06/10/2021	12:45:00
10	Sobre estiramiento de resorte de sensor de freno	21/10/2021	17:30:00	26/10/2021	08:10:00

Tabla 7

Paradas del banco de pruebas de suspensión en el año 2021

N°	Falla	Inicio		Fin	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
1	Sobrecalentamiento en rodamiento	18/02/2021	08:12:00	20/02/2021	08:00:00
2	Ruptura en faja de faja de suspensión	02/03/2021	12:30:00	03/03/2021	13:45:00
3	Engrase a chumacera	16/03/2021	09:20:00	17/03/2021	10:25:00
4	Sobre estiramiento en resorte de suspensión	25/03/2021	11:30:00	27/03/2021	15:45:00
5	ruptura de templador de faja de suspensión	14/04/2021	09:30:00	20/04/2021	08:00:00
6	soplado de tuercas de anclaje	27/04/2021	14:20:00	30/04/2021	09:45:00
7	Engrase a chumacera	01/05/2021	11:40:00	02/05/2021	17:25:00
8	Ruptura de la tuerca del sensor de suspensión	19/05/2021	13:20:00	25/05/2021	14:30:00
9	Ruptura de eje de suspensión	30/05/2021	09:50:00	04/06/2021	08:00:00
10	Ruptura por sobrepeso en caja de suspensión	16/07/2021	10:45:00	20/07/2021	08:00:00
11	Calibración en sensor de peso	01/08/2021	09:30:00	04/08/2021	08:40:00

El historial se fallas de cada máquina se recogió mediante el registro que se hace en el taller y la empresa en general por el paro total de actividades estas paradas causan un impacto muy fuerte en la empresa ya que estas máquinas son difíciles de reparar y muchas veces se realizan reparaciones provisionales con el conocimiento que tienen el técnico operario de cada máquina. En la Tabla 8 se muestran el resumen de paradas y tiempo de parada para cada una de estas máquinas.

Tabla 8

Paradas y tiempo de paradas para equipos principales

Equipo	Cantidad de paradas	Tiempo de paradas (h)
Frenómetro de rodillos	10	387.53
Banco de pruebas de suspensión	11	282.70
Total	21	670.23

4.3. Calculo de la disponibilidad actual de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.

La disponibilidad es un indicador de mantenimiento que puede considerarse como la eficiencia de la máquina dentro de la empresa, es más la fórmula que de disponibilidad se define en base a la definición de eficiencia, existen diferentes tipos de disponibilidad, pero para el tiempo de máquina y disposición de la empresa se utilizará el cálculo de la disponibilidad genérica sin mantenimientos preventivos que se determina con la ecuación 2 como lo menciona Mora (2009).

$$A_G = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{m} uT_i}{m}}{\frac{\sum_{i=1}^{m} uT_i}{m} + \frac{\sum_{i=1}^{n} DT_i}{n}} \tag{2}$$

Donde:

A_G : Disponibilidad

DT : Tiempos en que la máquina no funciona

uT : Tiempos útiles

m : Números de uT

n : Números de DT

Para determinar los tiempos útiles (uT) y tiempos en que la máquina no funciona (DT) se desarrolló el diagrama de funcionamiento para cada máquina en las Figuras 4 y 5.

Figura 4

Diagrama de funcionamiento para banco de suspensión en el año 2021

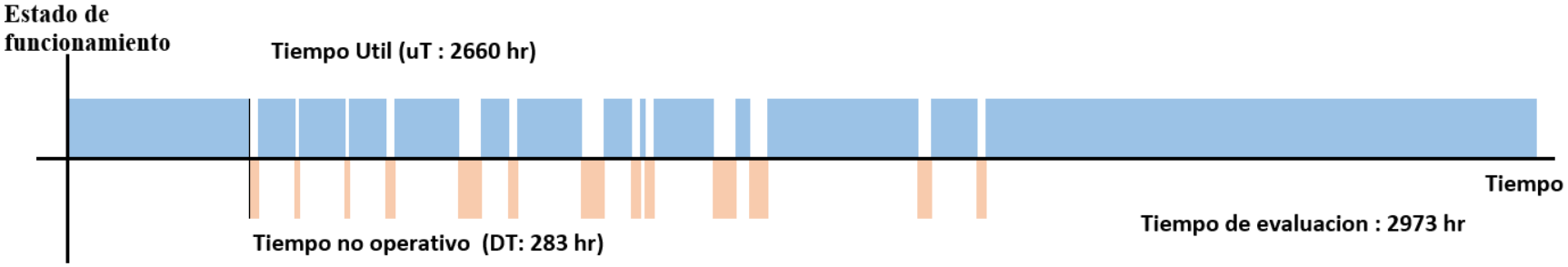
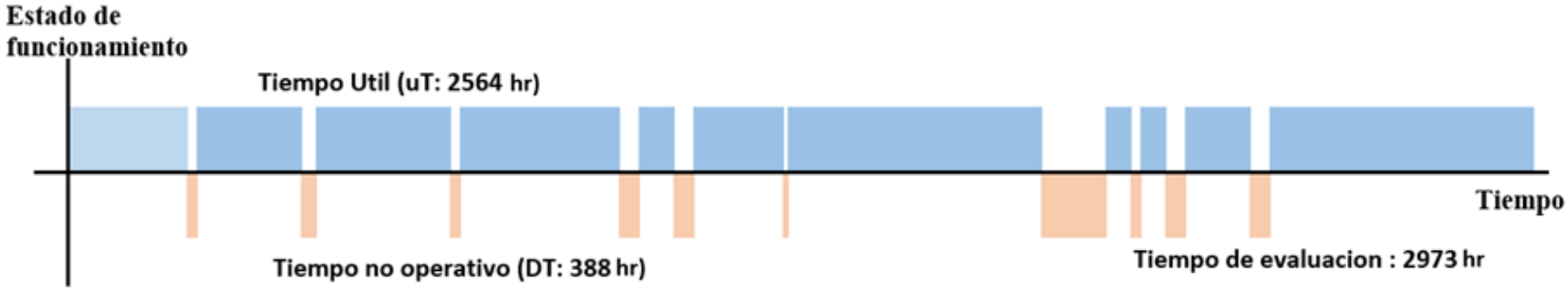


Figura 5

Diagrama de funcionamiento para frenómetro en el año 2021



Las Figuras 4 y 5 se muestran los diagramas de funcionamiento donde se aprecia en un conjunto de coordenadas de dos valores cuando la maquina estuvo funcionando (*uT*) y cuando estuvo detenida (*DT*) muestran cómo se desenvuelto cada máquina en el transcurso del año 2021 estas gráficas se obtuvieron del análisis de cada falla y el ritmo de trabajo de la empresa, esta tiene un horario de trabajo de 8:00 a 18:00 con un break de media hora para almorzar y solamente trabajan de lunes a sábado. Considerando estos factores se determinó según las paradas de cada máquina los tiempos *DT* y *uT* que se muestran en las Tablas 9 y 10 para cada máquina.

Tabla 9

Tiempos uT y DT para el frenómetro en el año 2021.

Falla		Fecha	Tiempo	Horas	Domingos
	uT in	02/01/2021	00:00:00		
	uT fin	30/01/2021	08:12:00	235.70	4
1	*DT* in	30/01/2021	08:12:00		
	DT fin	02/02/2021	08:00:00	18.70	1
	uT in	02/02/2021	08:00:00		
	uT fin	27/02/2021	12:30:00	213.00	3
2	*DT* in	27/02/2021	12:30:00		
	DT fin	03/03/2021	13:45:00	30.25	1
	uT in	03/03/2021	13:45:00		
	uT fin	06/04/2021	09:20:00	272.08	5
3	*DT* in	06/04/2021	09:20:00		
	DT fin	08/04/2021	10:25:00	20.25	0
	uT in	08/04/2021	10:25:00		
	uT fin	18/05/2021	11:30:00	324.42	6
4	*DT* in	18/05/2021	11:30:00		
	DT fin	22/05/2021	15:45:00	42.75	0
	uT in	22/05/2021	15:45:00		
	uT fin	01/06/2021	09:30:00	70.75	2
5	*DT* in	01/06/2021	09:30:00		
	DT fin	05/06/2021	08:00:00	37.00	0
	uT in	05/06/2021	08:00:00		
	uT fin	27/06/2021	14:20:00	176.83	4
6	*DT* in	27/06/2021	14:20:00		
	DT fin	30/06/2021	09:45:00	14.58	1
	uT in	30/06/2021	09:45:00		
	uT fin	31/08/2021	11:40:00	506.42	9
7	*DT* in	31/08/2021	11:40:00		
	DT fin	15/09/2021	17:25:00	130.08	2
	uT in	15/09/2021	17:25:00		
	uT fin	22/09/2021	13:20:00	53.25	1
8	*DT* in	22/09/2021	13:20:00		

	DT fin	24/09/2021	14:30:00	20.33	0
	uT in	24/09/2021	14:30:00		
	uT fin	01/10/2021	09:50:00	52.83	1
9	*DT* in	01/10/2021	09:50:00		
	DT fin	06/10/2021	08:00:00	37.33	1
	uT in	06/10/2021	08:00:00		
	uT fin	21/10/2021	10:45:00	125.75	2
10	*DT* in	21/10/2021	10:45:00		
	DT fin	26/10/2021	08:00:00	36.25	1
	uT in	26/10/2021	08:00:00		
	uT fin	31/12/2021	00:00:00	533.00	9

Nota. La abreviación "in" se utiliza para identificar el inicio de *uT* o *DT* y "fin" se *utiliza* para identificar el fin de *uT* o *DT*.

Tabla 10

Tiempos uT y DT para el banco de suspensión en el año 2021.

Falla		Fecha	Tiempo	Horas	Domingos
	uT in	02/01/2021	00:00:00		
	uT fin	18/02/2021	08:12:00	387.70	7
1	*DT* in	18/02/2021	08:12:00		
	DT fin	20/02/2021	08:00:00	18.70	0
	uT in	20/02/2021	08:00:00		
	uT fin	02/03/2021	12:30:00	80.00	2
2	*DT* in	02/03/2021	12:30:00		
	DT fin	03/03/2021	13:45:00	11.25	0
	uT in	03/03/2021	13:45:00		
	uT fin	16/03/2021	09:20:00	101.08	2
3	*DT* in	16/03/2021	09:20:00		
	DT fin	17/03/2021	10:25:00	10.75	0
	uT in	17/03/2021	10:25:00		
	uT fin	25/03/2021	11:30:00	67.92	1
4	*DT* in	25/03/2021	11:30:00		
	DT fin	27/03/2021	15:45:00	23.75	0
	uT in	27/03/2021	15:45:00		
	uT fin	14/04/2021	09:30:00	137.25	3
5	*DT* in	14/04/2021	09:30:00		
	DT fin	20/04/2021	08:00:00	46.50	1
	uT in	20/04/2021	08:00:00		
	uT fin	27/04/2021	14:20:00	62.83	1
6	*DT* in	27/04/2021	14:20:00		
	DT fin	30/04/2021	09:45:00	24.08	0
	uT in	30/04/2021	09:45:00		
	uT fin	01/05/2021	11:40:00	12.42	0
7	*DT* in	01/05/2021	11:40:00		
	DT fin	02/05/2021	17:25:00	16.08	0
	uT in	02/05/2021	17:25:00		

	uT fin	19/05/2021	13:20:00	129.25	3
8	*DT* in	19/05/2021	13:20:00		
	DT fin	25/05/2021	14:30:00	48.83	1
	uT in	25/05/2021	14:30:00		
	uT fin	30/05/2021	09:50:00	33.83	1
9	*DT* in	30/05/2021	09:50:00		
	DT fin	04/06/2021	08:00:00	37.33	1
	uT in	04/06/2021	08:00:00		
	uT fin	16/07/2021	10:45:00	344.25	6
10	*DT* in	16/07/2021	10:45:00		
	DT fin	20/07/2021	08:00:00	26.75	1
	uT in	20/07/2021	08:00:00		
	uT fin	01/08/2021	09:30:00	96.00	2
11	*DT* in	01/08/2021	09:30:00		
	DT fin	04/08/2021	08:40:00	18.67	1
	uT in	04/08/2021	08:40:00		
	uT fin	31/12/2021	00:00:00	1208.17	21

Nota. La abreviación “in” se utiliza para identificar el inicio de *uT* o *DT* y “fin” se utiliza para identificar el fin de *uT* o *DT*.

En las Tablas 9 y 10 se observa que existe una columna denominada Domingos esta muestra cuantos domingos existieron en el periodo que se analiza de la parada o del tiempo operativo, en la columna falla se indica el final de cada falla para cuantificarla y los tiempos útiles u operativos siempre son uno más que la cantidad de falla debido a que ambos equipos se dejaron funcionando al finalizar el año 2021.

Se observa también en las Tablas 9 y 10 que en la columna tiempo se han considerado las horas y minutos de inicio y final para el cálculo se requiere el parámetro tiempo en horas por lo que la columna denominada horas considera las horas y sus minutos llevados a horas al dividirlos entre 60. Al tener todos los factores para aplicar la ecuación 2 se calcula la disponibilidad de cada máquina y se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11

Indicadores de disponibilidad para frenómetro y banco de suspensión para el año 2021

Máquina	**Tiempo útil**	**Tiempo sin funcionar**	**Cantidad de *uT***	**cantidad de *DT***	**Disponibilidad**
	uT	*DT*	m	n	A_G
Banco de suspensión	2660.70	282.70	12.00	11.00	90%
Frenómetro	2564.03	387.53	11.00	10.00	86%

4.4. Determinación de las actividades de mantenimiento preventivo programado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.

Las máquinas con las que cuenta la empresa de revisiones técnicas no son máquinas originales sino de segunda, cuyos manuales y condiciones de fabricante se han perdido con la adquisición por su primer dueño por lo que para determinar las actividades de mantenimiento se recurrió a los antecedentes y a la reparación de las fallas que se solucionaron con la aplicación de una actividad de mantenimiento preventivo autónomo el cual se establece por las actividades de limpieza, lubricación e inspección. Basado en este argumento se generaron la lista de actividades de la Tabla 12.

Tabla 12

Actividades de mantenimiento para frenómetro y banco de suspensión

Periodo	Tipo	Actividades según máquina	
		Frenómetro	**Banco de suspensión**
Diario	Inspección	Funcionamiento en vacío.	Funcionamiento en vacío
Diario	Inspección	mangueras hidráulicas.	mangueras hidráulicas
Diario	Inspección	Ruidos sospechosos.	ruidos sospechosos.
Diario	Limpieza	Limpieza externa del módulo hidráulico.	Limpieza externa del banco.
Diario	Limpieza	Limpieza de mangueras hidráulicas.	
Mensual	Inspección	Estado de templado de la cadena.	Estado de resortes de amortiguación (muelles).
Mensual	Inspección		Estado de templadores.
Semanal	Inspección	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma.	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma.
Semanal	Calibración	Sensor de freno.	Sensor de peso.
Semestral	Inspección	Ajuste de pernos de guardas.	Ajuste de los pines del banco.
Semestral	Lubricación	Engrase de las chumaceras.	Engrase de las chumaceras.
Semestral	Lubricación	Lubricación de la cadena.	

Nota. Adaptado de "Programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí" de Alarcón, 2018.

En base a estas actividades se designaron códigos de acuerdo a la máquina, periodo, su tipo de mantenimiento y su actividad la formulación de este código se muestra en la

Figura 6, y en la Tabla 13 se muestran los códigos de cada una de las actividades de mantenimiento según la codificación explicada.

Figura 6

Explicación de la conformación del código

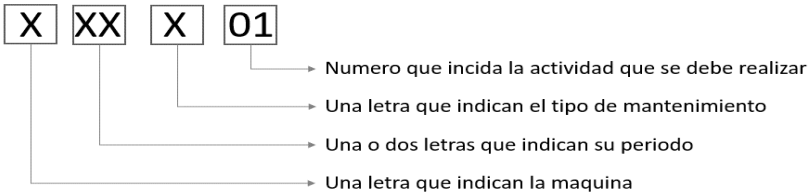


Tabla 13

Código para cada actividad

Código	Máquina	Periodo	Tipo	Actividad
FDI01	Frenómetro	Diario	Inspección	Funcionamiento en vacío.
FDI02	Frenómetro	Diario	Inspección	mangueras hidráulicas.
FDI03	Frenómetro	Diario	Inspección	Ruidos sospechosos.
FDL01	Frenómetro	Diario	Limpieza	Limpieza externa del módulo hidráulico.
FDL01	Frenómetro	Diario	Limpieza	limpieza de mangueras hidráulicas.
FMI04	Frenómetro	Mensual	Inspección	Estado de templado de la cadena.
FSI05	Frenómetro	Semanal	Inspección	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma.
FSC01	Frenómetro	Semanal	Calibración	Sensor de freno.
FSeI06	Frenómetro	Semestral	Inspección	Ajuste de pernos de guardas.
FSeL01	Frenómetro	Semestral	Lubricación	Engrase de las chumaceras.
FSeL02	Frenómetro	Semestral	Lubricación	Lubricación de la cadena.
BDI01	Banco de suspensión	Diario	Inspección	Funcionamiento en vacío.
BDI02	Banco de suspensión	Diario	Inspección	mangueras hidráulicas.
BDI03	Banco de suspensión	Diario	Inspección	ruidos sospechosos.
BDL01	Banco de suspensión	Diario	Limpieza	Limpieza externa del banco.
BMI04	Banco de suspensión	Mensual	Inspección	Estado de resortes de amortiguación (muelles).
BMI05	Banco de suspensión	Mensual	Inspección	Estado de templadores.
BSI06	Banco de suspensión	Semanal	Inspección	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma.
BSC01	Banco de suspensión	Semanal	Calibración	Sensor de peso.

BSeI07	Banco de suspensión	Semestral	Inspección	Ajuste de los pines del banco.
BSeL01	Banco de suspensión	Semestral	Lubricación	Engrase de las chumaceras.

Se estableció el cronograma de mantenimiento teniendo en cuenta las actividades semanales, mensuales y semestrales ya que las diarias no se pueden establecer por medio del cronograma basado en semanas. En la Figura 7 se muestra el cronograma anual para el fonómetro en la Figura 8 el cronograma anual para el banco de suspensión, ambos cronogramas tienen el mismo funcionamiento que es identificar que mantenimiento se debe dar y si se ejecutó, se suspendió o no se ejecutó, para lo que se agrega a cada uno una leyenda de las marcas que se deben utilizar.

Figura 7

Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento para el frenómetro

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Actividades				FMI04				FMI04				FMI04	
	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05
	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01
Semana	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Actividades				FMI04				FMI04				FMI04	
	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05
	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01
													FSeI06
													FSeL01
													FSeL02
Semana	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Actividades				FMI04				FMI04				FMI04	
	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05
	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01
Semana	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Actividades				FMI04				FMI04				FMI04	
	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05	FSI05
	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01	FSC01
													FSeI06
													FSeL01
													FSeL02

×	Ejecutada
S	Suspendida
NE	No Ejecutada

Figura 8

Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento para el banco de suspensión.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Actividades				BMI04				BMI04				BMI04	
				BMI05				BMI05				BMI05	
	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06
	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01
Semana	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Actividades				BMI04				BMI04				BMI04	
				BMI05				BMI05				BMI05	
	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06
	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01
													BSeI07
													BSeL01
Semana	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Actividades				BMI04				BMI04				BMI04	
				BMI05				BMI05				BMI05	
	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06
	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01
Semana	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Actividades				BMI04				BMI04				BMI04	
				BMI05				BMI05				BMI05	
	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06	BSI06
	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01	BSC01
													BSeI07
													BSeL01

X	Ejecutada
S	Suspendida
NE	No Ejecutada

Debido a que el cronograma se hace por semana los mantenimientos diarios quedan desplazados de él teniendo que generarse una lista para registrar que mantenimientos diarios en general que se deben dar en la Figura 9 se muestran la lista para los mantenimientos diarios del frenómetro y del banco de suspensión.

Figura 9

Formato de lista para registro de mantenimiento diario

Dia	Fecha	Ejecutado	Aplicado		Observaciones
			Nombre	Firma	
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Nombres y apellidos Cargo					

Para la aplicación de cada mantenimiento se realizó una check lista de actividades que se deben ejecutar para poder considerar un mantenimiento "ejecutado" estas se muestran en el anexo 02.

4.5. Cálculo del nuevo indicador de disponibilidad considerando el plan diseñado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL.

Para el cálculo del nuevo indicador de disponibilidad se analiza en primer lugar el tiempo que demora cada actividad de mantenimiento establecido en el plan y se determina cuantas actividades de mantenimiento van a tener cada máquina para poder establecer los tiempos de demora por el plan de mantenimiento programado que se ha planteado. Se empezó por el mantenimiento diario que es igual a los días trabajados en el año 2021 esto se determina restando los domingos de los días totales del año 2021 como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14

Total de días trabajados en el año 2021

Días	Cantidad
Domingos	52
Trabajados	313
Total	365

En cuanto a las actividades semanales serán las consideradas en un año de mantenimiento que tiene 52 semanas, las actividades mensuales serán de 12 y las semestrales 2 al año en la Tabla 15 se muestran cada la cantidad de cada actividad según su periodo.

Tabla 15

Cantidad de actividades al año

Periodo	Cantidad
Diarias	313
Semanales	52
Mensuales	12
Semestral	2

Considerando la experiencia del área técnica de la empresa Automas Perú EIRL, se estableció la demora de las actividades para cada periodo de tiempo, aunque son máquinas diferentes el tiempo es referente para las mismas debido a que las actividades planteadas son ejecutadas por los técnicos cuando se realiza una reparación, en la Tabla 16 se muestra el tiempo de demora para las actividades según su periodo.

Tabla 16

Tiempo de demora para realizar las actividades

Periodo	Demora
Diarias	0.5
Semanales	0.7
Mensuales	1
Semestral	2

Considerando los datos de la Tabla 15 y la Tabla 16 se determina el tiempo total de demora al año en mantenimiento preventivo, así como la cantidad de paradas que tendrá al año, en la Tabla 17 se muestra estos resultados.

Tabla 17

Cantidad de tiempo total por mantenimiento preventivo

Periodo	Cantidad	Demora (h)	Tiempo total (h)
Diarias	313	0.5	157
Semanales	52	0.7	35
Mensuales	12	1	12
Semestral	2	2	4
	Total		207

Debido a que se planificó los mantenimientos independientes del trabajo del técnico se tendrán que considerar cada aplicación de mantenimiento como parada, es también por este criterio que se determinó la ejecución del mantenimiento como una sola actividad cuando se vean incluidas en un solo día las actividades de mantenimiento diario con semanal, diario semanal con mensual y diario semanal mensual con semestral.

Como se aprecia en la Figura 10 cualquiera las actividades de mantenimiento que se realicen en un día involucraran todas las establecidas para ese día así se genera por mantenimiento preventivo una sola parada, así la cantidad de paradas para mantenimiento preventivo será una total de 365 ya que se deberá realizar todos los días.

Figura 10

Explicación de paradas por mantenimiento preventivo para el frenómetro

Frenometro							
Día	Periodo	Actividad	Cantidad de paradas	Día	Periodo	Actividad	Cantidad de paradas
Semana	1			Semana	26		
Lunes	Diarias	FDI01	1	Sábado	Diarias	FDI01	1
		FDI02				FDI02	
		FDI03				FDI03	
		FDL01				FDL01	
		FDL01				FDL01	
Semana	1				Semanal	BSI06	
Sábado	Diarias	FDI01	1			BSC01	
		FDI02			Mensual	BMI04	
		FDI03				BMI05	
		FDL01			Semestral	BSeI07	
		FDL01				BSeL01	
	Semanal	BSI06					
		BSC01					
Semana	4						
Sábado	Diarias	FDI01	1				
		FDI02					
		FDI03					
		FDL01					
		FDL01					
	Semanal	BSI06					
		BSC01					
	Mensual	BMI04					
		BMI05					

Con respecto a los mantenimientos correctivos en su gran mayoría han sido por la falta de mantenimiento preventivo a las máquinas por lo que retirando las fallas por mantenimiento preventivo se tendrá solamente las fallas por mantenimiento correctivo que se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18

Mantenimiento correctivo después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo programado

Máquina	Falla	Inicio		Fin	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Frenómetro	Sobrecalentamiento de cables de red de frenómetro.	27/06/2021	14:20:00	30/06/2021	09:45:00
Frenómetro	Fallas internas en el motor de frenómetro.	31/08/2021	11:40:00	15/09/2021	17:25:00
Banco de suspensión	Ruptura en faja de suspensión.	02/03/2021	12:30:00	03/03/2021	13:45:00
Banco de suspensión	Ruptura por sobrepeso en caja de suspensión.	16/07/2021	10:45:00	20/07/2021	08:00:00

Al tener estas fallas se determinan las horas detenidas por mantenimiento correctivo, estas se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Fallas por mantenimiento correctivo con la aplicación del plan de mantenimiento propuesto

Máquina	Falla	*uT*/*DT*	Fecha	Horas	Tiempo	Domingos
Suspensión	0	*uT* in	02/01/2021	00:00:00		
Suspensión	0	*uT* fin	02/03/2021	12:30:00	487.00	9
Suspensión	1	*DT* in	02/03/2021	12:30:00		
Suspensión	0	*DT* fin	03/03/2021	13:45:00	11.25	0
Suspensión	0	*uT* in	03/03/2021	13:45:00		
Suspensión	0	*uT* fin	16/07/2021	10:45:00	1100.00	19
Suspensión	2	*DT* in	16/07/2021	10:45:00		
Suspensión	0	*DT* fin	20/07/2021	08:00:00	26.75	1
Frenómetro	0	*uT* in	02/01/2021	00:00:00		
Frenómetro	0	*uT* fin	27/06/2021	14:20:00	1647.83	4
Frenómetro	1	*DT* in	27/06/2021	14:20:00		
Frenómetro	0	*DT* fin	30/06/2021	09:45:00	14.58	1
Frenómetro	0	*uT* in	30/06/2021	09:45:00		
Frenómetro	0	*uT* fin	31/08/2021	11:40:00	563.42	3
Frenómetro	2	*DT* in	31/08/2021	11:40:00		
Frenómetro	0	*DT* fin	15/09/2021	17:25:00	139.58	1
Frenómetro	0	*uT* in	15/09/2021	17:25:00		
Frenómetro	0	*uT* fin	31/12/2021	00:00:00	951.92	5

Nota. La abreviación “in” se utiliza para identificar el inicio de *uT* o *DT* y “fin” se utiliza para identificar el fin de *uT* o *DT*.

Considerando los datos de la Tabla 19 se consolida los tiempos útiles y de parada por mantenimiento correctivo, así como su cantidad en la Tabla 20.

Tabla 20

Tiempos útiles, tiempo de paradas y cantidad de paradas por mantenimiento correctivo

Máquina	Suspensión	Frenómetro	Unidad
DT	38.00	154.17	horas
uT	2918.00	3163.17	horas
m	3	3	paradas
n	2	2	paradas

Para poder calcular la disponibilidad proyectada con la aplicación del plan de mantenimiento se debe determinar los parámetros *DT*, *uT*, m y n considerando ambos mantenimientos, el tiempo útil "*uT*" se determina al restarle el tiempo de parada por mantenimiento preventivo del tiempo *uT* de la Tabla 20 que es el tiempo útil de las máquinas sin considerar domingos, en la Tabla 21 se muestra esta operación.

Tabla 21

Tiempo útil total para nueva disponibilidad

Tiempo útil	Banco de suspensión	Frenómetro	Unidad
DT del MP	207.17	207.17	horas
MC	2918.00	3163.17	horas
Total	2710.83	2956.00	horas

En la Tabla 21 para reducir espacio se menciona "*DT* del MP" que significa tiempo de parada del mantenimiento preventivo, mientras que "MC" representara de ahora en adelante la abreviación de mantenimiento correctivo. Así se tiene el total de tiempo útil considerando la aplicación del mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo. En la Tabla 22 se muestra la suma de tiempos de paradas por mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo utilizando la abreviatura "MP" para mantenimiento preventivo.

Tabla 22

Tiempo de paradas total

Tiempo de parada	Banco de suspensión	Frenómetro	Unidad
MC	38.00	154.17	horas
MP	207.17	207.17	horas
Total	245.17	361.33	horas

La cantidad de paradas también se dividen en paradas por mantenimiento preventivo lo que refiere a que se debe tener una suma de ambas para poder establecer la nueva disponibilidad. Con los tiempos útiles existe la misma conjetura, estos como se explicó en el titulo 4.3 son uno más que la cantidad de paradas de las máquinas así se establece la cantidad de paradas y tiempos útiles como se muestra en la Tabla 23 y 24.

Tabla 23

Cantidad de paradas para frenómetro y banco de suspensión

Cantidad de paradas	Banco de suspensión	Frenómetro	Unidad
MC	2.00	2.00	paradas
MP	365.00	365.00	paradas
Total	367.00	367.00	paradas

Tabla 24

Cantidad de tiempos útiles para frenómetro y banco de suspensión

Cantidad de tiempos útiles	Banco de suspensión	Frenómetro	Unidad
MC	3	3	tiempos útiles
MP	366	366	tiempos útiles
Total	369.00	369.00	tiempos útiles

Con los parámetros obtenidos en las Tablas 21, 22, 23 y 24 se calculó la nueva disponibilidad de los equipos principales, esta disponibilidad se muestra en la Tabla 25 y se realiza una comparación con la disponibilidad calculada en al título "4.3. Calcular la disponibilidad actual de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú EIRL" y se muestra en la Tabla 26

Tabla 25

Disponibilidad aplicando el plan de mantenimiento preventivo programado propuesto

Máquina	Tiempo útil nuevo	Tiempo de parada	Cantidad de tiempo útil	Cantidad de paradas	Disponibilidad
	uT	DT	m	n	A_G
Banco de suspensión	2710.83	245.17	369.00	367.00	92%
Frenómetro	2956.00	361.33	369.00	367.00	89%

Tabla 26

Comparación de disponibilidades actual y proyectada con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo

Máquina	Disponibilidad	
	Actual	Proyectada
Banco de suspensión	90%	92%
Frenómetro	86%	89%

V. Discusión

Los equipos principales en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L. se establecieron dos equipos como principales que son el frenómetro de rodillos que ha generado el 43% de paradas y el 57% de tiempo de paradas y el banco de suspensión que ha generado el 48% de paradas y el 42% de tiempo de paradas en la empresa. Márquez (2017) realizó un estudio donde se basó en el equipamiento de todas las máquinas, aunque hace referentica que es el frenómetro de rodillos y el banco de suspensión los equipos de mayor importancia en una empresa de revisión técnica de automóviles. Chino (2018) en su investigación plantea un plan de mantenimiento basado en los equipos críticos que son en su caso estos equipos son el frenómetro y el banco de suspensión. Entre todos los resultados existe la coincidencia con lo que se puede establecer que debido a la importancia del protocolo de revisiones técnicas estos son los equipos de mayor criticidad y los de mayor importancia en una empresa de revisiones técnicas automotriz, y es también quien mayor cantidad de fallas presentan debido a que las empresas no ponen la importancia del mantenimiento en primer orden aun sabiendo que estos equipos son responsables de paradas mayores si fallan.

El historial de fallos para los equipos principales registro un total de 10 paradas para el frenómetro de rodillos con un total de 387.53 horas detenido y 11 paradas del banco de suspensión con un total de 282.7 horas de paradas detenido. Chino (2018) registra en su historial de fallas un total de 13 fallas para el banco de suspensión y de 10 fallas para el frenómetro. La disponibilidad de cada equipo principal se determinó en base al cálculo de disponibilidad sin mantenimiento preventivo. Teniendo así una disponibilidad de 90% para el banco de suspensión y 86% para el frenómetro de rodillos. Como se aprecia con los antecedentes es que la cantidad de fallas son parecidas, pero no genera ninguna conclusión en si debido a que estas dependen del uso de cada equipo y al estar en diferentes ciudades y tener diferente personal las fallas no pueden compararse basados en las variables analizadas.

El plan de mantenimiento preventivo programado muestra actividades que se clasificaron por periodo de aplicación teniendo 4 periodos siendo estos diario, semanal, mensual y semestral, cada uno dependiente del mantenimiento y actividad que se ejecuta se codifico siendo en total 10 actividades para el frenómetro de rodillos y 11 actividades del banco de suspensión. Márquez (2017) realiza una selección de formatos de trabajo,

servicio, bitácora de equipos y bitácora de mantenimiento que son formatos para el recojo de información, además que establece las actividades de mantenimiento según el criterio inicial de la normativa colombiana. Como se aprecia en referencia el antecedente los formatos son indispensables en un plan de mantenimiento tanto así que el antecedente que e hace mención basa todo su plan de mantenimiento solamente en la generación de dichos formatos debido a que el recojo de información es lo más relevante para formular el cálculo de indicadores y la toma de decisiones.

Se calculó la nueva disponibilidad considerando la aplicación del plan de mantenimiento teniendo una disponibilidad de 92% para el banco de suspensión y de 86% para el frenómetro de rodillos. En comparación con las disponibilidades actuales se elevó a la disponibilidad en un 2% y 3% respectivamente. Ninguno de los antecedentes tuvo como objetivos evaluar la disponibilidad de manera cuantitativa, aunque si la mencionan como un factor importante en el mantenimiento y que el plan de mantenimiento de sus respectivos trabajos aumenta la misma pero no muestran en qué proporción.

Conclusiones

Se determinó los equipos principales en la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L. bajo el criterio de que equipos generan paradas mayores y cuales han generado mayor cantidad de tiempo y paradas a la empresa encontrándose al frenómetro de rodillos que ha generado el 43% de paradas y el 57% de tiempo de paradas y el banco de suspensión que ha generado el 48% de paradas y el 42% de tiempo de paradas en la empresa.

Se recopilo el historial de fallos para los equipos principales registrando un total de 10 paradas para el frenómetro de rodillos con un total de 387.53 horas detenido y 11 paradas del banco de suspensión con un total de 282.7 horas de paradas detenido.

Se calculó la disponibilidad de cada equipo principal determinando en base al cálculo de disponibilidad sin mantenimiento preventivo. Teniendo así una disponibilidad de 90% para el banco de suspensión y 86% para el frenómetro de rodillos.

Se determinaron las actividades de mantenimiento preventivo y se clasificaron por periodo de aplicación teniendo 4 periodos siendo estos diario, semanal, mensual y semestral, cada uno dependiente del mantenimiento y actividad que se ejecuta se codifico siendo en total 10 actividades para el frenómetro de rodillos y 11 actividades del banco de suspensión.

Se calculó la nueva disponibilidad considerando la aplicación del plan de mantenimiento teniendo una disponibilidad de 92% para el banco de suspensión y de 89% para el frenómetro de rodillos. En comparación con las disponibilidades actuales se elevó a la disponibilidad en un 2% y 3% respectivamente.

Recomendaciones

Evaluar los demás equipos utilizando otros criterios para determinar su importancia dentro de la empresa.

A la empresa, llevar un registro mucho más detallado de las fallas o paradas que se le da a cada equipo principal. Asimismo, evaluar el trabajo operativo para establecer una disponibilidad de manera más acorde con el funcionamiento de las máquinas.

A la empresa, registrar y tomar medidas de las partes principales de las máquinas ya que se requiere más información para lograr un plan de mantenimiento más detallado.

La empresa debe calcular la disponibilidad con otros modelos estadísticos, ya que en la nueva disponibilidad si existe mantenimiento preventivo, y así poder observar si existe algún error en el cálculo mostrado.

Referencias bibliográficas

Catela, F. (26 de junio de 2017). *Funciones y actividades del mantenimiento*. Obtenido de mantenimientoindustrialweb.wordpress.com: https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2017/06/26/funciones-y-actividades-del-mantenimiento/

Chunga, D., Hidalgo , G., & Pacherrez, K. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de la Chancadora Giratoria.* Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Piura, Escuela Profesional de Ingenieria Mecatronica, Piura . Obtenido de https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2420/IMEC-CHU-HID-PAC-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ComparaSoftware. (15 de Setiembre de 2020). *Fallas en el Mantenimiento | Definición y Análisis*. Obtenido de https://blog.comparasoftware.com/: https://blog.comparasoftware.com/fallas-en-el-mantenimiento/#:~:text=Las%20fallas%20en%20el%20mantenimiento%20son%20eventos%20inesperados%20que%20implican,la%20productividad%20de%20una%20empresa.

Cruz, G. T. (18 de Marzo de 2022). *acn.cu*. Obtenido de Apuesta empresa cubana por el desarrollo hidráulico: http://www.acn.cu/cuba/92130-apuesta-empresa-cubana-por-el-desarrollo-hidraulico-fotos

Dercocenter. (2022). *Guía automotriz: ¿qué revisan en la revisión técnica?* Obtenido de dercocenter.cl: https://www.dercocenter.cl/noticias/guia-automotriz-que-revisan-en-la-revision-tecnica

Eurofins. (21 de Julio de 2020). *¿Qué diferentes tipos de mantenimiento existen en una empresa?* Obtenido de envira.es: https://envira.es/es/diferentes-tipo-de-mantenimiento-existen-empresa/

Fuertes, W. (2012). *Anáisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares.* Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Catolica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingenieria, Lima. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1715/

FUERTES_WILDER_REVISIONES_TECNICAS_VEHICULARES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garcia, G. (03 de octubre de 2016). *Formulas de calculo de indicadores de disponibilidad*. Obtenido de reporteroindustrial.com: https://www.reporteroindustrial.com/blogs/Formulas-de-calculo-de-indicadores-de-disponibilidad+115450#:~:text=La%20disponibilidad%20propiamente%20dicha%20es,tiempo%20por%20parada%20no%20programada.

López, P. L. (2004). Problacion muestra y muestreo. *Punto Cero*, 69-74. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf

Martínez, V. (2013). Métodos, técnicas e instrumentos de investigacion. *Manual multimedia para el desarrollo de trabajso de investigació*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36745474/Metodos__tecnicas_e_instrumentos_de_investigacion_1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1663863386&Signature=IuXiDR~6stIBrqvrcA8d9AO3xg7803acLGWJIfHFFc3V2uCNxVg5

MTC. (Decreto Supremo de 2008). Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares. *DS N° 02-2008-MTC*, 108. Lima, Perú.

Ramírez, P. (Agosto de 2019). *datadec.es*. Obtenido de 5 ERRORES CON RELACIÓN AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO: https://www.datadec.es/blog/5-errores-del-mantenimiento-preventivo

Renovetec. (2021). *¿Cuál es la función de mantenimiento?* Obtenido de organosdepalencia.com: https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/58639-cual-es-la-funcion-de-mantenimiento#question-0

Ryme. (2022). *Banco de suspensiones universal BSU*. (Copyright 2022 © Ryme Worldwide SA) Obtenido de ryme.com: https://www.ryme.com/producto/banco-de-suspension-universal-bsu/#:~:text=BANCO%20DE%20SUSPENSIONES%20UNIVERSAL%20BSU&text=Su%20principal%20cometido%20es%20realizar,las%20ruedas%20de%20cada%20eje.

Ryme. (2022). *Frenómetro universal FRU 4*. Obtenido de ryme.com: https://www.ryme.com/producto/frenómetro-universal-fru-4/

Ryme. (2022). *Frenómetro Universal FRU P*. (Copyright 2022 © Ryme Worldwide SA) Obtenido de ryme.com: https://www.ryme.com/producto/frenómetro-universal-fru-p/

Tenuco, R. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la máquinaria en la empresa Mediterraneo Operadores Logisticos SAC, Arequipa * Perú 2020.* Tesis Pregrado, Univesidad A*uT*ónoma San Francisco , Escuela Profesional de Ingenieria Mecanica, Arequipa. Obtenido de http://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/20.500.14179/402/1/TRABAJO%20INVESTIGACION-REUSSHEMAN%20TENUCO%20CALDERON.pdf

Valborsoluciones. (2018). *¿Como se clasifican los tipos de fallas en mantenimiento?* Obtenido de valborsoluciones.com: https://www.valborsoluciones.com/mantenimiento/como-se-clasifican-las-fallas/#Clasificacion_De_Las_Fallas

Vidal, F. (18 de Mayo de 2021). *Mantenimiento Preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente*. Obtenido de stelorder.com: https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/

Anexos

Anexo 01: Validación de instrumentos

Constancia de validación

Quien suscribe, Hugo Enrique Escobar Lozano de profesión Ing. Mecánico Electricista con grado de instrucción de Magister, ejerciendo actualmente como encargado del área de mantenimiento en la empresa Mota Engil, hago constar que he revisado el instrumento denominado "Listado de equipos"

Presentado por la Bach. Osmar Smith Cubas Torres con el objetivo de recoger los datos requeridos para su investigación: "Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco"

En pertinencia al instrumento se aprecia.

Listado de equipos

Criterio	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Logra objetivo del instrumento				X
Es claro y preciso				X
Consigue abarcar la amplitud del dato requerido				X
Es congruente				X
Es pertinente				X

HUGO ESCOBAR LOZANO
MSc. Ing. Mecánico Electricista
CIP. 178845

Mg. Ing. Hugo Enrique Escobar Lozano

Ingeniero Mecánico Electricista

Listado de equipos

Nº	Máquina	Marca	Modelo	Serie	Capacidad	Potencia	Año de fabricación	Energía	Voltaje/presión	Año de adquisición	Proveedor

HUGO ESCOBAR LOZANO
MSc. Ing. Mecánico Electricista
CIP. 178845

Constancia de validación

Quien suscribe, Hugo Enrique Escobar Lozano de profesión Ing. Mecánico Electricista con grado de instrucción de Magister, ejerciendo actualmente como encargado del área de mantenimiento en la empresa Mota Engil, hago constar que he revisado el instrumento denominado "Historial de paradas"

Presentado por la Bach. Osmar Smith Cubas Torres con el objetivo de recoger los datos requeridos para su investigación: "Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco"

En pertinencia al instrumento se aprecia.

Historial de paradas

Criterio	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Logra objetivo del instrumento				X
Es claro y preciso				X
Consigue abarcar la amplitud del dato requerido				X
Es congruente				X
Es pertinente				X

HUGO ESCOBAR LOZANO
MSc. Ing. Mecánico Electricista
CIP. 178845

Mg. Ing. Hugo Enrique Escobar Lozano

Ingeniero Mecánico Electricista

Historial de paradas

Nº	Máquina	Descripción	Inicio de la Parada		Final de la Parada		Tiempo de reparación	Motivo
			Fecha	Hora	Fecha	Hora	Horas	

HUGO ESCOBAR LOZANO
MSc. Ing. Mecánico Electricista
CIP. 178845

Constancia de validación

Quien suscribe, Arturo José Navarrete Núñez de profesión Ing. Mecánico Electricista, ejerciendo actualmente como asesor independiente de tesis y proyectista en elaboración de expedientes sobre generación fotovoltaica hago, constar que he revisado el instrumento denominado "Listado de equipos"

Presentado por la Bach. Osmar Smith Cubas Torres con el objetivo de recoger los datos requeridos para su investigación: "Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco"

En pertinencia al instrumento se aprecia.

Listado de equipos

Criterio	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Logra objetivo del instrumento				X
Es claro y preciso				X
Consigue abarcar la amplitud del dato requerido				X
Es congruente				X
Es pertinente				X

Arturo José Navarrete Nuñez
ING. MECÁNICO ELCTRICISTA
C.I.P. 175480

Ing. Arturo José Navarrete Núñez

Ingeniero Mecánico Electricista

Listado de equipos

Nº	Máquina	Marca	Modelo	Serie	Capacidad	Potencia	Año de fabricación	Energía	Voltaje/presión	Año de adquisición	Proveedor

Arturo José Navarrete Nuñez
ING. MECÁNICO ELCTRICISTA
C.I.P. 175480

Constancia de validación

Quien suscribe, Arturo José Navarrete Núñez de profesión Ing. Mecánico Electricista, ejerciendo actualmente como asesor independiente de tesis y proyectista en elaboración de expedientes sobre generación fotovoltaica, hago constar que he revisado el instrumento denominado "Historial de paradas"

Presentado por la Bach. Osmar Smith Cubas Torres con el objetivo de recoger los datos requeridos para su investigación: "Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco"

En pertinencia al instrumento se aprecia.

Historial de paradas

Criterio	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Logra objetivo del instrumento				X
Es claro y preciso				X
Consigue abarcar la amplitud del dato requerido				X
Es congruente				X
Es pertinente				X

Arturo José Navarrete Nuñez
ING. MECÁNICO ELCTRICISTA
C.I.P. 175480

Ing. Arturo José Navarrete Núñez

Ingeniero Mecánico Electricista

Historial de paradas

Nº	Máquina	Descripción	Inicio de la Parada		Final de la Parada		Tiempo de reparación	Motivo
			Fecha	Hora	Fecha	Hora	Horas	

Arturo José Navarrete Nuñez
ING. MECÁNICO ELCTRICISTA
C.I.P. 175480

Anexo 02: Instrumentos de recolección de datos

Historial de fallas del banco de suspensión

N°	Falla	Inicio		Fin		Costo	Trabajador	Acción Correctiva
		Fecha	Hora	Fecha	Hora			
1	Sobrecalentamiento en rodamiento	18/02/2021	08:12:00	20/02/2021	08:00:00	S/.160.00	3 técnicos	Cambio de rodamiento
2	Ruptura en faja de faja de suspensión	02/03/2021	12:30:00	03/03/2021	13:45:00	S/.320.00	2 técnicos	Cambio de faja
3	Engrase a chumacera	16/03/2021	09:20:00	17/03/2021	10:25:00	S/.120.00	3 técnicos	Grasa
4	Sobre estiramiento en resorte de suspensión	25/03/2021	11:30:00	27/03/2021	15:45:00	S/.380.00	2 técnicos	Cambio de resorte
5	Ruptura de templador de faja de suspensión	14/04/2021	09:30:00	20/04/2021	08:00:00	S/.250.00	2 técnicos	Cambio de templador
6	Soplado de tuercas de anclaje	27/04/2021	14:20:00	30/04/2021	09:45:00	S/.140.00	2 técnicos	Cambio de tuerca
7	Engrase a chumacera	01/05/2021	11:40:00	02/05/2021	17:25:00	S/.120.00	3 técnicos	Grasa
8	Ruptura de la tuerca del sensor de suspensión	19/05/2021	13:20:00	25/05/2021	14:30:00	S/.380.00	2 técnicos	Cambio de tuerca
9	Ruptura de eje de suspensión	30/05/2021	09:50:00	04/06/2021	08:00:00	S/.670.00	3 técnicos	Cambio de eje
10	Ruptura por sobrepeso en caja de suspensión	16/07/2021	10:45:00	20/07/2021	08:00:00	S/.470.00	2 técnicos	Cambio de caja de suspensión
11	Calibración en sensor de peso	01/08/2021	09:30:00	04/08/2021	08:40:00	S/.590.00	3 técnicos	Calibración de sensor

Historial de fallas del frenómetro de rodillos

N°	Falla	Inicio		Fin		Costo	Trabajador	Acción Correctiva
		Fecha	Hora	Fecha	Hora			
1	Ruptura en tapa de cadena	30/01/2021	09:30:00	02/02/2021	12:30:00	S/.410.00	1 técnico	Cambio de tapa
2	Ruptura en templador de cadena	27/02/2021	11:20:00	03/03/2021	08:25:00	S/.260.00	3 técnicos	Cambio de cadena
3	Calibración en sensor de peso	06/04/2021	09:30:00	08/04/2021	08:20:00	S/.790.00	3 técnicos	Calibración de sensor
4	Ruptura en sensor de freno	18/05/2021	11:30:00	22/05/2021	12:35:00	S/.920.00	5 técnicos	Cambio de sensor de freno
5	Sobrecalentamiento de rodamiento de chumacera	01/06/2021	12:00:00	05/06/2021	08:30:00	S/.140.00	3 técnicos	Cambio de rodamiento
6	Sobrecalentamiento de cables de red de frenómetro	27/06/2021	09:20:00	30/06/2021	12:15:00	S/.280.00	3 técnicos	Cambio de cables de red
7	Fallas internas en el motor de frenómetro	31/08/2021	13:35:00	15/09/2021	08:00:00	S/.2,500.00	5 técnicos	Cambio de mecanismos internos del motor
8	Ruptura en seguro de cadena	22/09/2021	16:25:00	24/09/2021	09:30:00	S/.320.00	3 técnicos	Cambio de seguro
9	Ruptura de cadena	01/10/2021	10:30:00	06/10/2021	12:45:00	S/.850.00	4 técnicos	Cambio de cadena
10	Sobre estiramiento de resorte de sensor de freno	21/10/2021	17:30:00	26/10/2021	08:10:00	S/.730.00	3 técnicos	Cambio de resorte

Anexo 03: Check list para mantenimiento

Check list para frenómetro

Check list				
Perdiodo	Diario			
Maquina	Fenometro			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
FDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
FDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
FDI03	Inspeccion	Ruidos sospechosos		
FDL01	Limpieza	Limpieza externa del modulo hidraulico		
FDL01	Limpieza	Limpieza de mangueras hidraulicas		

Nombre Encargado
cargo del encargado

Nombre Supervisor
cargo del supervisor

Check list				
Perdiodo	Semanal			
Maquina	Fenometro			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
FDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
FDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
FDI03	Inspeccion	Ruidos sospechosos		
FDL01	Limpieza	Limpieza externa del modulo hidraulico		
FDL01	Limpieza	Limpieza de mangueras hidraulicas		
FMI04	Inspeccion	Estado de templado de la cadena		
FSI05	Inspeccion	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma		
FSC01	Calibracion	Sensor de freno		

Nombre Encargado
cargo del encargado

Nombre Supervisor
cargo del supervisor

Check list				
Perdiodo	Mensual			
Maquina	Fenometro			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
FDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
FDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
FDI03	Inspeccion	Ruidos sospechosos		
FDL01	Limpieza	Limpieza externa del modulo hidraulico		
FDL01	Limpieza	Limpieza de mangueras hidraulicas		
FMI04	Inspeccion	Estado de templado de la cadena		
FSI05	Inspeccion	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma		
FSC01	Calibracion	Sensor de freno		
FMI04	Inspeccion	Estado de templado de la cadena		

Nombre Encargado
cargo del encargado

Nombre Supervisor
cargo del supervisor

Check list				
Perdiodo	Semestral			
Maquina	Fenometro			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
FDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
FDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
FDI03	Inspeccion	Ruidos sospechosos		
FDL01	Limpieza	Limpieza externa del modulo hidraulico		
FDL01	Limpieza	Limpieza de mangueras hidraulicas		
FMI04	Inspeccion	Estado de templado de la cadena		
FSI05	Inspeccion	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma		
FSC01	Calibracion	Sensor de freno		
FMI04	Inspeccion	Estado de templado de la cadena		
FSeI06	Inspeccion	Ajuste de pernos de guardas		
FSeL01	Lubricacion	Engrase de las chumaceras		
FSeL02	Lubricacion	Lubricacion de la cadena		

Nombre Encargado
cargo del encargado

Nombre Supervisor
cargo del supervisor

Check list para banco de suspensión

Check list				
Perdiodo	Diario			
Maquina	Banco de suspensión			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
BDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
BDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
BDI03	Inspeccion	ruidos sospechosos		
BDL01	Limpieza	Limpieza externa del banco		
		Nombre Encargado cargo del encargado	Nombre Supervisor cargo del supervisor	

Check list				
Perdiodo	Semanal			
Maquina	Banco de suspensión			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
BDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
BDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
BDI03	Inspeccion	ruidos sospechosos		
BDL01	Limpieza	Limpieza externa del banco		
BSI06	Inspeccion	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma		
BSC01	Calibracion	Sensor de peso		
		Nombre Encargado cargo del encargado	Nombre Supervisor cargo del supervisor	

Check list				
Perdiodo	Mensual			
Maquina	Banco de suspensión			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
BDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
BDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
BDI03	Inspeccion	ruidos sospechosos		
BDL01	Limpieza	Limpieza externa del banco		
BSI06	Inspeccion	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma		
BSC01	Calibracion	Sensor de peso		
BMI04	Inspeccion	Estado de resortes de amortiguacoin (muelles)		
BMI05	Inspeccion	Estado de templadores		
		Nombre Encargado cargo del encargado	Nombre Supervisor cargo del supervisor	

Check list				
Perdiodo	Semestral			
Maquina	Banco de suspensión			
Codigo	Tipo	Actividad	Realizado	Observacion
BDI01	Inspeccion	Funcionamiento en vacio		
BDI02	Inspeccion	mangueras hidraulicas		
BDI03	Inspeccion	ruidos sospechosos		
BDL01	Limpieza	Limpieza externa del banco		
BSI06	Inspeccion	Verificar los ajustes de las bases de la plataforma		
BSC01	Calibracion	Sensor de peso		
BMI04	Inspeccion	Estado de resortes de amortiguacoin (muelles)		
BMI05	Inspeccion	Estado de templadores		
BSeI07	Inspeccion	Ajuste de los pines del banco		
BSeL.01	Lubricacion	Engrase de las chumaceras		
		Nombre Encargado cargo del encargado	Nombre Supervisor cargo del supervisor	

Anexo 04: Características técnicas de equipos principales

INSTRUMENTO	BANCO DE SUSPENSIÓN
MARCA	VTEQ
MODELO	EUSA 3012
NUMERO DE SERIE	18033004
EUSA 3012	
Banco de Suspensiones Eusama 13 Tn	
Dimensiones	2 x 870 x 850 x 330 mm.
Peso	500 Kg.
Vía Admisible	800 ÷ 2.200 mm
Carrera Excitación	6 mm.
Frecuencia Excitación	25 Hz
Peso por Rueda en prueba	Máx. 1.000 Kg
Potencia Motor	2 x 3 kW
Alimentación	3 x 230 / 3 x 400 V
	50 / 60 Hz

INSTRUMENTO	FRENÓMETRO DE RODILLOS
MARCA	VTEQ
MODELO	BRAK 5010
NUMERO DE SERIE	18f22005
BRAK 5010	
Frenómetro Vehículos Pesados y Turismos	
Dimensiones	2x 1.000 x 1.560 x 325 mm.
Peso	2 x 400 Kg.
Máx. Peso Eje	13.000 Kg.
Medidas Rodillos	990 x 206 mm.
Distancia Ejes Rodillos	450 mm
Velocidad Prueba	2,5-3 Km/h
Potencia Motor	2 x 7,5 kW / 2 x 9 kW
Coeficiente Fricción	Seco > 0,8
	Húmedo > 0,6
Rango de Medición	0 ÷ 30 kN Autoescala
Alimentación	3 x 400 V
	50 / 60 Hz
Condiciones de Trabajo	Temperatura -5 ÷ +40ºC
	Humedad Relativa < 95%

Anexo 05.- matriz de consistencia

1. TÍTULO:

Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo Departamento del Cusco?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la Empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo - Cusco.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L.
- Recopilar el historial de paradas de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú E.I.R.L.
- Calcular la disponibilidad actual de los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú E.I.R.L.

4. VARIABLE DE ESTUDIO

a) Variable independiente (VI)

Plan de mantenimiento

b) Variable dependiente: (VD)

Disponibilidad de equipos principales

5. HIPÓTESIS

Se puede diseñar un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo del - Cusco

6. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó el diseño no experimental, descriptivo con propuesta.

M: O → P

Donde:

M: Muestra de equipos principales.

O: Observación de paradas de equipos.

P: Propuesta de diseño del plan de mantenimiento.

8. INSTRUMENTOS

Para este trabajo de investigación se utilizó los siguientes instrumentos:

- Listado de equipos
- Historial de paradas
- Ficha de análisis de documentos

9.ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva. Se utilizó el programa Excel para el procesamiento de los datos.

- Determinar las actividades de mantenimiento preventivo programado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú E.I.R.L. - Calcular el nuevo indicador de disponibilidad considerando el plan diseñado para los equipos principales de la empresa Revisiones Técnicas llamada Automas Perú E.I.R.L.	**7.POBLACIÓN Y MUESTRA** **Población:** - Equipos principales de la empresa de revisiones técnicas Automas Perú E.I.R.L. - Historial de paradas de los equipos principales de la empresa revisiones técnicas Automar Perú E.I.R.L. **Muestra:** - Equipos principales de la empresa de revisiones técnicas Automas Perú E.I.R.L. en el año 2021. - Historial de paradas de los equipos principales de la empresa revisiones técnicas Automar Perú E.I.R.L. en el año 2021 **Muestreo:** Es no probabilístico, se determinó según el requerimiento del investigador.	

Anexo 06.- Carta de autorización

"Año del fortalecimiento de la soberanía nacional"

2 de setiembre del 2022

Mg. Leopoldo Holger Montes Cáceres
Gerente de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L.

Reciba mi cordial saludo soy el Bachiller en Ingeniería Mecánica Sr. Osmar Smith Cubas Torres identificado con el DNI 71095070, egresado de la Universidad Politécnica Amazónica, el motivo de la presente es pedir la autorización para desarrollar la investigación que presento como tesis titulada : "Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo – Cusco", para el cual requiero el permiso de su persona para utilizar los datos registrados en la entidad que usted dirige, en consecuencia me comprometo a realizar dicha investigación respetando las reglas éticas y morales en retribución a la confianza que pido depositar sobre mi persona

Sin otra particular queda de su respuesta

Bach. Osmar Smith Cubas Torres
DNI 71095070

"Año del fortalecimiento de la soberanía nacional"

5 de setiembre del 2022

Sr. Osmar Smith Cubas Torres
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Reciba mi cordial saludo con respecto a la carta decepcionada el día 2 de setiembre del 2022 presentada por su persona, en respuesta a ella: se le **BRINDARA LA AUTORIZACIÓN** para el desarrollo de la investigación, considerando que deje una copia de la presentación final de su informe, esta sea presentada a este despacho para su revisión y observación si es que se presenta el caso de encontrar conjeturas que vulneren los derechos o intimidad de alguna de las personas que pueda comprometer dicha investigación, se hará los descargos respectivos.

Sin otra particular me despido

Mg. L. Holger Montes Cáceres
GERENTE GENERAL

Mg. Leopoldo Holger Montes Cáceres
Gerente

Anexo 07.- Galería fotográfica

Banco de suspensión

Frenómetro de rodillos

Resultado del análisis

Archivo: INFORME FINAL OSMAR SMITH CUBAS TORRES.pdf

Estadísticas

Sospechosas en Internet: 6,8%

Porcentaje del texto con expresiones en internet ⚠ .

Sospechas confirmadas: 5,89%

Confirmada existencia de los tramos en las direcciones encontradas ⚠ .

Texto analizado: 76,85%

Porcentaje del texto analizado efectivamente (no se analizan las frases cortas, caracteres especiales, texto roto).

Éxito del análisis: 100%

Porcentaje de éxito de la investigación, indica la calidad del análisis, cuanto más alto mejor.

Direcciones más relevantes encontrados:

Dirección (URL)
https://www.academia.edu/51159995/Dise%C3%B1o_de_un_Plan_de_Mantenimiento_Centrado_en_la_Confiabilidad_RCM_para_incrementar_la_Disponibilidad_Operacional_de_los_Equipos_Cr%C3%ADticos_del_%C3%81rea_de_Congela
https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/autorizan-a-la-empresa-centro-inspeccion-tecnica-vehicular-j-resolucion-directoral-no-0093-2023-mtc1703-2154390-1
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC_7a419f72ca7788f42671c3ae0a48c670/Details
https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/renuevan-autorizacion-a-la-empresa-revisiones-tecnicas-del-p-resolucion-directoral-no-0223-2023-mtc1703-2170986-1
https://www.academia.edu/37157605/UNIVERSIDAD_NACIONAL_TORIBIO_RODR%C3%8DGUEZ_DE_MENDOZA_DE_AMAZONAS_FACULTAD_DE_INGENIER%C3%8DA_CIVIL_Y_AMBIENTAL_ESCUELA_PROFESIONAL_DE_INGENI
https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/RelatAgenda/proapro.nsf/ProyectosAprobadosPortal/7B3FE11878802C990525745600066364/$FILE/1025inspeccionestecnicas.pdf

Texto analizado:

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo Cusco

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO
Autor: Osmar Smith Cubas Torres ORCID: 0000-0001-8701-4824

Asesor: Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez ORCID: 0000-0002-9018-9569
Registro: UPA-PITIM0026

Bagua Grande Perú 2023

Dedicatoria

Dedico mi tesis a mis padres Flor y José que con su gran amor y perseverancia me ayudaron hacer realidad el sueño que tanto anhelaba.

ii

Agradecimiento A todos los involucrados en esta investigación, al Mg. Leopoldo Holger Montes Caceres por brindarme la confianza de realizar esta investigación en su empresa Automas Perú EIRL; al Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez por las sugerencias constructivas obtenidas

iii

Autoridades universitarias

Rector Coordinador de escuela

: Dr. Ever Salome Lázaro Bazán : Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

iv

Visto bueno del asesor

Yo Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez, identificado con DNI 40695828, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica Amazónica, dejo constancia de haber asesorado al Tesista Bach. Osmar Smith Cubas Torres, en su tesis titulada Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo Cusco. Asimismo, dejo constancia que se ha levantado las observaciones señaladas en las revisiones previas a esta presentación.

Por lo indicado, doy fe y visto bueno.

Bagua Grande, 09 de febrero del 2023

Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez Asesor

v

Jurado evaluador

Mg. Ing. Juan José Castañeda León Vocal

Mg. Ing. Emilio Periche Chunga Secretario

Dr. Ever Salome Lázaro Bazán Presidente

vi

Declaración jurada de no plagio

Yo, Osmar Smith Cubas Torres, identificado con DNI 71095070, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica Amazónica. Declaro bajo juramento que: 1. Soy autor de la Tesis titulada: Diseño de un plan de mantenimiento para la disponibilidad de equipos principales en la empresa de Revisiones Técnicas Automas Perú E.I.R.L., Distrito San Jerónimo Cusco. 2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. 3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros. 4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional. 5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. 6. Se ha respetado las consideraciones éticas en la investigación. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir todas las cargas pecuniarias que pudiera derivarse para la Universidad Politécnica Amazónica en favor de terceros por motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del cumplimiento de lo declarado, y que encontraren causa en el contenido de la tesis. De identificarse fraude, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias o sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Bagua Grande, 09 de febrero del 2023.

Bach. Osmar Smith Cubas Torres DNI 71095070 vii

Índice Dedicatoria..... ii Agradecimiento ..... iii Autoridades universitarias
..... iv Visto bueno del asesor ..... v Declaración jurada de no plagio
..... vi Índice ..... viii Índice de tablas
..... x Índice de figuras ..... xii RESUMEN
..... xiii ABSTRACT ..... xiv I. Introducción
..... 1 1.1. 1.2. 1.3. Realidad problemática ..... 1 Formulación del problema
..... 2 Justificación ..... 2 Justificación tecnológica..... 2 Justificación social
..... 3 Justificación económica ..... 3 Justificación científica 3

1.3.1 1.3.2 1.3.3 1.3.4 1.4. 1.5.

Hipótesis ..... 4 Objetivos ..... 4 Objetivo general
..... 4 Objetivos específicos 4

1.5.1. 1.5.2. II.

Marco teórico ..... 5 2.1. Antecedentes de la investigación ..... 5 2.2. Bases teóricas