

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR  
COSTOS OPERATIVOS EN UN MONTACARGA  
CATERPILLAR GP30NM DE LA EMPRESA  
INDUSTRIAS RODRÍGUEZ EIRL, TRUJILLO, 2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniero Industrial

**Autor:**

Huber Antonio Rodriguez Martinez

Asesor:

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

<https://orcid.org/0000-0003-4679-1146>

Trujillo - Perú

## INFORME DE SIMILITUD

# PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN UN MONTACARGA CATERPILLAR GP30NM DE LA EMPRESA INDUSTRIAS RODRÍGUEZ EIRL, TRUJILLO, 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>9%</b>	<b>9%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 1%

## **DEDICATORIA**

Agradezco principalmente Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

Así mismo, a mi familia quien me brindo su apoyo, a mis padres también que me han apoyado y supieron contener los momentos malos en lo menos esperado.

Por ellos, me han enseñado lo que soy hoy

## **AGRADECIMIENTO**

A toda la plana docencia de la Universidad Privada del Norte que me ha brindado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

A la empresa Industrias Rodríguez EIRL por el apoyo que me brindo para ser realizada esta investigación.

## Tabla de contenido

INFORME DE SIMILITUD .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
INDICE DE TABLAS .....	7
INDICE DE FIGURAS .....	8
INDICE DE ECUACIONES .....	9
RESUMEN .....	10
CAPITULO I INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Realidad problemática .....	11
1.2 Antecedentes.....	14
1.3 Formulación del problema.....	15
1.4 Objetivos.....	16
1.5 Hipótesis .....	16
1.6 Justificación .....	16
1.7 Aspectos Éticos .....	17
CAPITULO II METODOLOGÍA .....	18
2.1 Bases Teóricas .....	18
A. ¿Qué es mantenimiento? .....	18
B. Tipos de mantenimiento .....	18
C. Inventario técnico .....	19
D. Control de costos .....	19
E. Sistema de información.....	20
F. Mantenimiento predictivo .....	21
G. Importancia del mantenimiento.....	21
H. Programación del mantenimiento .....	22
I. Análisis de modo de fallos y efectos .....	22
J. Criticidad .....	24
K. Diagrama de Pareto .....	25
L. Disponibilidad .....	26
M. Fiabilidad.....	26
2.2 Definición de términos.....	27
2.3 Tipo de investigación .....	28
2.4 Población y muestra .....	28
2.5 Técnicas e instrumentos .....	28

2.6 Procedimientos .....	29
2.6.1 Operacionalización de variables .....	29
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>31</b>
3.1 Generalidades de la empresa .....	31
A. Reseña histórica .....	31
B. Aspectos generales .....	31
C. Visión .....	31
D. Misión .....	31
E. Valores .....	31
F. Organigrama .....	32
G. Tipo de servicios que brinda .....	32
H. Diagrama de Ishikawa .....	32
I. Disponibilidad .....	35
J. Matriz de indicadores .....	37
3.2. Solución de la propuesta .....	39
A. Descripción de causas raíces .....	39
B. Monetización de perdidas .....	39
C. Solución de la propuesta .....	41
3.3 Evaluación económica financiera .....	50
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
4.1 Objetivo general .....	54
4.2 Objetivo específico uno. ....	55
4.3 Objetivo específico dos. ....	56
4.4 Objetivo específico tres. ....	62
<b>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
4.1 Conclusiones .....	63
4.2 Recomendaciones .....	64
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>67</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tabla de Registro de fallas y producto .....	23
<b>Tabla 2.</b> Cuadro de código de color utilizado para definir el grado de criticidad .....	24
<b>Tabla 3.</b> Tabla de categorías de relación entre productividad y costo de mantenimiento .....	24
<b>Tabla 4.</b> Tabla de criterios para definir la criticidad del equipo .....	25
<b>Tabla 5.</b> Tabla de técnicas e instrumentos .....	28
<b>Tabla 6.</b> Cuadro de Operacionalización de variables .....	30
<b>Tabla 7.</b> Cuadro de Causas y Raíces.....	34
<b>Tabla 8.</b> Cuadro de registros de averías.....	35
<b>Tabla 9.</b> Tabla de Matriz de indicadores .....	38
<b>Tabla 10.</b> Tabla de descripción de causas y raíces .....	39
<b>Tabla 11.</b> Cuadro de categorización de averías. ....	40
<b>Tabla 12.</b> Tabla de cuadro de perdidas por categorización. ....	40
<b>Tabla 13.</b> Tabla de cronograma de tiempos-plan de capacitación.....	45
<b>Tabla 14.</b> Cronograma de tiempos para el plan de mantenimiento preventivo .....	47
<b>Tabla 15.</b> Tabla de costos de inversión para el mantenimiento preventivo.....	51
<b>Tabla 16.</b> Tabla de costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo .	52
<b>Tabla 17.</b> Tabla de flujo de caja proyectado.....	53
<b>Tabla 18.</b> Tabla de indicadores financieros .....	53
<b>Tabla 19.</b> Tabla de reducción de costos operativos con la mejora .....	54
<b>Tabla 20.</b> Tabla de la situación actual del mantenimiento preventivo de la empresa ...	55
<b>Tabla 21.</b> Ficha técnica del montacargas Caterpillar GP30NM .....	60
<b>Tabla 22.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo. ....	61
<b>Tabla 23.</b> VAN-TIR.....	62

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Categorización de niveles de mantenimiento en el mercado energético .....	12
<b>Figura 2.</b> Figura del sector comercio .....	13
<b>Figura 3</b> Figura de costos de mantenimiento con relación al tiempo .....	20
<b>Figura 4</b> Figura de Técnicas predictivas.....	21
<b>Figura 5.</b> Figura de Diagrama de Pareto- Comparativo antes y después de la mejora..	26
<b>Figura 6.</b> Figura del organigrama de la empresa .....	32
<b>Figura 7.</b> Figura del Diagrama de Ishikawa .....	33
<b>Figura 8.</b> Figura de Diagrama de Pareto.....	35
<b>Figura 9.</b> Figura de porcentajes de horas de inoperatividad del 2022 .....	37
<b>Figura 10.</b> Figura de Procedimientos de registro de actividades diarias. ....	41
<b>Figura 11.</b> Figura del registro de cambio de aceite y filtros en forma digital. ....	42
<b>Figura 12.</b> Figura del formato del registro de kilometraje en forma digital. ....	43
<b>Figura 13.</b> Figura de hoja de inspección periódica de forma digital. ....	43
<b>Figura 14.</b> Figura del procedimiento de solicitud de mantenimiento preventivo hacia al montacargas .....	49
<b>Figura 15.</b> Figura de reducción de costos con la propuesta.....	54
<b>Figura 16.</b> Figura de porcentajes de personal capacitado y no capacitado.....	55
<b>Figura 17.</b> Total, de horas de paradas durante el 2022.....	56
<b>Figura 18.</b> Figura de encuestas propuestas vs ejecutadas.....	57
<b>Figura 19.</b> Figura de cronogramas por etapas de la propuesta. ....	57
<b>Figura 20.</b> Base de datos - recolección de información.....	58
<b>Figura 21.</b> Figura- Lista de formularios. ....	59

## INDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1</b> Ecuación de control de costos.....	19
<b>Ecuación 2</b> Ecuación de porcentaje de mantenimiento programado .....	20
<b>Ecuación 3</b> Ecuación del número o índice de prioridad de la falla .....	23
<b>Ecuación 4.</b> Ecuación de disponibilidad .....	26
<b>Ecuación 5.</b> Ecuación de fiabilidad .....	27

## RESUMEN

La presente investigación es proponer un plan de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en un montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa Industrial Rodríguez EIRL, Trujillo, 2023, lo que con lleva a obtener una ventaja competitiva entre la mediana y grande empresa, ya que tienen implementado un plan de mantenimiento preventivo, con el objetivo de tener un mayor control, la obtención de indicadores, y lo más importante la reducción de costos.

Por ello, en este trabajo de investigación trata de aportar información para la toma de decisiones que permita alargar la vida útil del montacarga Caterpillar GP30NM y así mismo actuar de manera rápida ante una posible falla que se puedan presentar.

De acuerdo, al análisis se está presentando formatos o instrumentos de medición que nos ayuda con el análisis e interpretación de datos. Así mismo, se ha determinado la disponibilidad del Montacarga Caterpillar GP30NM en ejercicio del 2022, el cual se obtuvo un 86.26% esto representa en pérdidas de S/ 76,787.00.

Por ello, la propuesta de este plan de gestión de mantenimiento preventivo tiene una inversión de S/ 59,870 lo cual su beneficio económico para la empresa Industrial Rodríguez EIRL. Sería de S/7,037 con un TIR de 73% y un VAN de S/107,744.80. Esta propuesta tiene como objetivo de mejorar los controles internos de los procesos de mantenimiento preventivo para así obtener indicadores de gestión de mantenimiento y no olvidar la competitividad de sus colaboradores, el cual le genera valor empresarial.

Al finalizar con la presente investigación también se está planteando las conclusiones y recomendaciones.

Palabra clave: mantenimiento, costos.

## CAPITULO I INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

Actualmente, la situación de la industria de fabricación metálica está que se recupera debido al estado de emergencia que se ha vivido en el 2020, debido a la pandemia que ha golpeado muchos sectores de nuestro país y en el mundo. Por ello, el mantenimiento preventivo cumple una función importante para las empresas de producción en cualquier rubro, ya que depende mucha la confiabilidad y disponibilidad de sus equipos o maquinarias para la operatividad de sus operaciones.

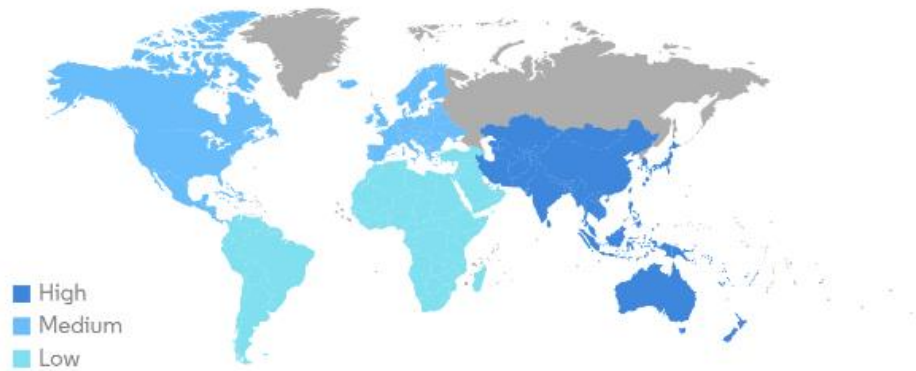
Ya en el 2021, la industria metálica contribuyo unos 3.5 puntos en el crecimiento de PBI nacional entre los meses de enero y julio del 2021, tanto la construcción y la manufactura fueron los sectores que más aportaron al crecimiento de la economía peruana. (Industrias, 2021)

Hay que mencionar que a nivel mundial el mercado energético a nivel mundial proporciona un valor de \$ 1,42 mil millones de dólares con respecto al 2023, lo que concierne que habido un aumento de tasa debido al incremento de las zonas demográficas por el aumento de la población humana y así mismo las existencias de nuevas instalaciones de fábricas. Lo que con lleva también hacer un plan análisis de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivos en todas las estaciones de energía eléctrica con la finalidad de aumentar la productividad y reducir las fallas en las industrias de los países desarrollados.

En América del norte, el mantenimiento preventivo en el mercado de la energía ha ido creciendo por los avances tecnológicos en las economías desarrolladas como Canadá y EE. UU. Otros factores que impulsan el crecimiento del mercado es la inversión para reducir los tiempos de inactividad de los activos y los costos de mantenimiento para extender la vida útil de la maquinaria y el equipo. Por ello, el pronóstico de mantenimiento de acuerdo con sus niveles de riesgos se puede ver en le figura 01 para los años 2023 y 2028 (Intelligence, 2023).

**Figura 1.**

Categorización de niveles de mantenimiento en el mercado energético



Fuente: (Intelligence, 2023)

Por ello, en nuestro país el sector de mantenimiento es de sumamente importante para todos los sectores, tanto en minería, agroindustrial, etc. Ante esta gran magnitud de sectores, el mantenimiento realizar un movimiento económico aproximadamente S/250 millones soles anuales. Así mismo, el 75% de las empresas formales tiene un plan de mantenimiento continuo de sus instalaciones, lo que quiere indicar que el 25% aún no lo implementan. (Andina, 2021)

Según SGS, en una nota de prensa estima que para el cierre del 2023 estima que hay un crecimiento del 30% en el sector de mantenimiento en el sector minero, según el Ministerio de Producción. (SGS, 2023).

Así mismo, en el informe técnico de Producción Nacional emitido por INEI menciona que el sector comercio ha crecido un 7.48% en el mes de febrero con respecto al 2021, ya que habido incremento del comercio al por mayor y menos en el sector automotor y también los mantenimientos. Según como se puede en la figura 02. (INEI, 2022).

**Figura 2.**

Figura del sector comercio

Sector	Variación porcentual 2022/2021	
	Febrero	Enero-Febrero
<b>Sector Comercio</b>	<b>7,48</b>	<b>4,93</b>
Venta, mantenimiento y reparación de veh. automotores	21,62	12,00
Venta al por mayor	7,54	4,98
Venta al por menor	3,69	2,46

Fuente: (INEI, 2022)

Ya en la empresa Industrias Rodriguez EIRL se encuentra ubicado en la dirección en Jr. Mariano Melgar # 482 de la Urb. Santo Domingo, La Libertad, Trujillo. En donde está situada todas sus herramientas, máquinas eléctricas y mecánicas, oficinas administrativas.

Así mismo, cuenta con una Montacarga Caterpillar GP30NM que actualmente presenta fallas internas como el alternador, carbones, eléctricos y la parte de hidráulicas. Su reparación no se ha podido realizar a un 100% debido a la alta demanda de servicios que requieren los clientes. Por ello, la empresa ha estado dando mantenimiento correctivo debido a la falla que se iba presentando durante la jornada laboral.

Actualmente, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, la ausencia de controles internos para que puedan llevar un control entre las fallas y reparaciones.

La empresa Industrias Rodríguez EILR tiene una cartera de clientes que se encuentran en el sector de fabricación de azúcar que están ubicados en Laredo, Cartavio y Casa Grande y otros lugares fuera del departamento de La Libertad. Para poder atender a sus clientes, el cliente hace el comunicado de manera formal (por medio de email) solicitando el servicio, este servicio consta en realizar trabajos de manufactura dentro de planta.

Por ello, la Empresa Industrias Rodríguez EIRL tiene que hacer el traslado de su personal, herramientas, máquinas y el Montacarga Caterpillar GP30NM. Este activo es una valiosa herramienta que ayuda en facilitar el traslado de materias pesados como de vigas metálicas, (6", 8", ángulos 3" x 1/2 6 metros, 4" x 1/2 metros, planchas metálicas que tiene un peso promedio de 318 Kg).

Estas fallas mecánicas y eléctricas que presenta el Montacarga Caterpillar han generado costos de mantenimiento en promedio de S/2500, costos de mano de obra que en promedio es de S/1000, horas de paradas que en promedio fluye entre 5 a 6 horas, alquiler de un Montacarga particular el cual tiene un costo de S/120 por hora y la ubicación de mecánicos y el traslado hacia campo.

## **1.2 Antecedentes**

### **Internacional**

Pérez Rodríguez y Murillo Tirado (Murillo Tirado & Pérez Rodríguez, 2023) “Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para el montacargas eléctrico para pasillo de doble profundidad”, Bogotá, Colombia, que concluye que el autor realiza su investigación en la empresa Mundial de Montacargas S.A.A, el cual encuentra una situación sumamente catastrófico el cual evidencia fallas tecnológicas tradicionales en las maquinarias pesadas y así mismo también se asocia a los altos costos de reparación.

Lo que propone es iniciar un TPM en donde se basa el mantenimiento preventivo y la filosofía de las 5S, en el desarrollo de la implementación del TPM realiza la recolección de información para identificar las causas orígenes, gestión de procesos, costos totales de inversión y puntos de suministros entre otros.

La finalidad de esta implementación de TPM es de mantener una disponibilidad, rendimiento y calidad de las maquinarias, y así mismo tener una rentabilidad de crecimiento hacia a la empresa.

Urián Tinoco (Urián Tinoco, 2021) se concluye que la presente investigación desarrolla una metodología de mantenimiento aplicable para cualquier institución en base a la mejora continua. Consiste en el desarrollo de varios formatos de recolección de datos y así mismo la evaluación em donde se puede determinar el diagnóstico y las fallas de productividad del montacargas.

La metodología de 8 pasos también nos puede indicarnos que la empresa en donde se aplique es una empresa eficiente y con un alto rango de confiabilidad. Una de sus recomendaciones del autor es asegurar el cumplimiento de los mantenimientos planificados en el tiempo establecido y siempre ser fundamentado en los formatos establecidos por la metodología.

## Nacionales

Gutiérrez Carraza (Carranza, 2021) “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada de una municipalidad”, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, que concluye que al ver tanto déficit y la indisponibilidad de las maquinarias pesadas en una municipalidad, opto por identificar las causas origen, por ello utiliza las herramientas de gestión como el diagrama de ISHIKAWA y PARETO. Así mismo, idéntica que dentro de la institución no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, luego realiza el análisis respectivo y propone en diseñar un plan de mantenimiento preventivo que consiste en aplicar las herramientas de gestión de mantenimiento, con le objetivo de aumentar la disponibilidad de las maquinas a un 97%, la inversión realizada es de S/87,093.20.

Carranza Solís y Rosales Lozano (Rosales Lozano & Carranza Solis, 2018) “Aplicación del mantenimiento preventivo, para mejorar la disponibilidad de flota de monta carga en la empresa Grúas Luguensi S.A.C-Chimbote, 2018”, Universidad Privada Cesar Vallejo, Chimbote, Perú, se concluye que la investigación es de tipo correlacionar con un diseño de investigación experimental, el cual realizan un análisis general de la situación actual de la empresa y así mismo ver los resultado de la aplicación de mantenimiento preventivo. Se pudo observar que han usado herramientas de auditoría de gestión de mantenimiento, obteniendo como un resultado del 50.16% de conformidad a un nivel de aceptabilidad de mejorar el plan de mantenimiento. Una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo la disponibilidad de montacargas ha sido un incremento de un 89.87%.

### 1.3 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la Propuesta de un plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo sobre los costos operativos de un Montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa Industrias Rodríguez EIRL, Trujillo, 2023?

## 1.4 Objetivos

### ➤ **Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo sobre costos operativos de un Montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa Industrias Rodríguez EIRL, Trujillo, 2023.

### ➤ **Objetivos específicos**

- ✓ Diagnosticar la situación actual de la empresa Industrias Rodríguez EIRL.
- ✓ Desarrollar la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo.
- ✓ Evaluación del análisis económico y financiero de la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo.

## 1.5 Hipótesis

La propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo reduce los costos operativos de un Montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa Industrias Rodríguez EIRL, Trujillo, 2023.

## 1.6 Justificación

- **Justificación teórica:** Actualmente existe muchas teorías que son encargadas de promover nuestras normas o planes de mantenimiento preventivo, por ello, el presente trabajo de investigación contribuye con las teorías de gestión de mantenimiento en beneficio de la empresa Industrias Rodríguez EIRL.
- **Justificación práctica:** La mayor parte de las empresas Mypes de nuestro país, dedicados al sector de la fabricación de infraestructuras metálicas no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo dedicado a sus equipos o maquinarias. Tal vez sea por el desconocimiento o por la falta de compromiso de la alta gerencia. La presente investigación trata de demostrar su importancia de un plan de gestión de mantenimiento preventivo.
- **Justificación metodológica:** En la elaboración y el desarrollo de esta investigación pretende que un plan de gestión de mantenimiento preventivo pueda reducir los costos operativos de una Montacarga Caterpillar GP30NM. Esta investigación sirva de referencia para las futuras investigaciones de gestión de mantenimiento preventivo.

## 1.7 Aspectos Éticos

### ➤ **Ética de la investigación**

Según lo establecido en el Código de ética del Investigador Científico en UPN (UPN, 2023) en el artículo N° 2 se menciona que el investigador de UPN mantendrá en total reserva los datos personales de los participantes, del análisis y la difusión del tratamiento de la información obtenida en el proyecto de investigación.

### ➤ **Confidencialidad y respeto**

Conforme al Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP, 1987), en el artículo N° 45 inciso C, establece reservar y discreción respecto a los datos e información índole técnica financiera o de otra naturaleza la confiabilidad

## CAPITULO II METODOLOGÍA

### 2.1 Bases Teóricas

#### A. ¿Qué es mantenimiento?

Mantenimiento implica hacer varias actividades para mantener o restaurar un equipo o maquinaria para lo que fue diseñada, construido, instalado para su operación continua.

#### B. Tipos de mantenimiento

##### ➤ **Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo es también llamado mantenimiento reactivo. Este mantenimiento es aplicado a una máquina que presenta falla, avería o deja de operar lo cual afecta la productividad. Por lo general se repara o se reemplaza el componente.

Dentro del mantenimiento correctivo existe dos tipos de mantenimiento de los cuales son:

- ✓ Mantenimiento correctivo no programado, esto es cuando aparece la falla generando paradas de lo cual se debe de tomar como acción es quitar lo averiado y reponer el componente para el funcionamiento.
- ✓ Mantenimiento correctivo programado, se realiza cuando se detecta que un componente está a próximo a fallar, por ello se programa el mantenimiento correctivo para corregir la posible falla. (Pérez Rondón, 2021)

##### ➤ **Mantenimiento preventivo**

Es considerado en realizar actividades ya programadas dentro del tiempo establecido, teniendo como objetivo de garantizar que los activos estén disponibles y no puedan afectar la productividad de la empresa u organización.

Dentro del mantenimiento preventivo existe objetivos que puedan ser:

- ✓ Disponibilidad; es la probabilidad de que el activo sea capaz de desempeñar en el momento que uno lo requiera.
- ✓ Confiabilidad; es la probabilidad que la maquina este activo en todo momento que se requiera.
- ✓ Incrementar; es ver la disponibilidad y confiabilidad de los activos llevando en mantenimiento planificado.

También existe categorías de mantenimiento preventivo que son las siguientes:

- ✓ Cubrimiento del mantenimiento preventivo que se dedica a inspeccionar el porcentaje de equipos o maquinarias críticos para las cuales el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo.
- ✓ Ejecución de mantenimiento preventivo es el porcentaje de rutinas del mantenimiento preventivo que han sido programados. (Pérez Rondón, 2021)

### **C. Inventario técnico**

Es de llevar el control o el registro de equipos, herramientas, etc. Para este tipo de inventario técnico se debe ser lo más sencillo, claro y lo más importante mantener actualizado para así tomar decisiones que se puedan dar. (Pérez Rondón, 2021)

### **D. Control de costos**

El control o análisis de costos es uno de los puntos más importantes dentro de cualquier mantenimiento ya que permite estimar un promedio del cuanto nos costaría realizar un mantenimiento. De acuerdo que nos dice el autor Pérez Rondón que los costos estándares se calcula según a la siguiente ecuación:

**Ecuación 1** Ecuación de control de costos

$$CTMProm = \frac{CMP + CMC}{T}$$

Fuente: Pérez Rondón, 2021.

CTM= Es el costo total promedio acumulado del mantenimiento.

CMP= Es el costo del mantenimiento preventivo.

CMC= Es el costo del mantenimiento correctivo.

T= Es el promedio de tiempo considerado.

Cada costo de mantenimiento está integrado básicamente por:

- ✓ Horas improductivas.
- ✓ Horas-hombre.
- ✓ Materiales y servicios de terceros.

El porcentaje de mantenimiento programado durante en un periodo de tiempo es de acuerdo con la siguiente ecuación:

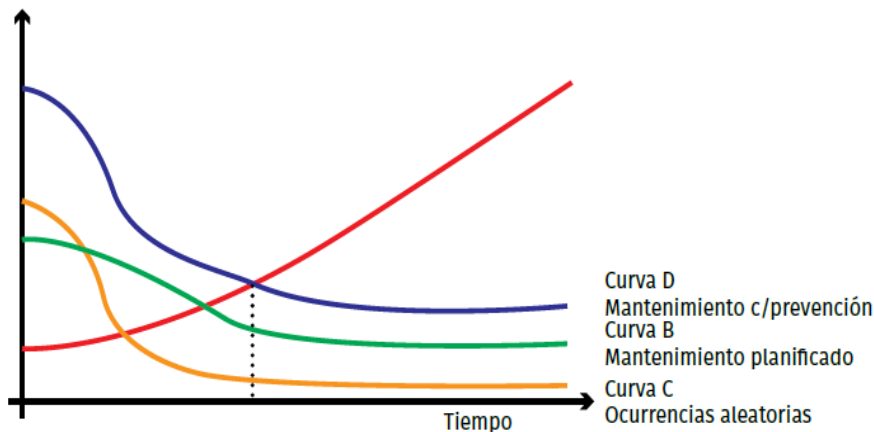
**Ecuación 2** Ecuación de porcentaje de mantenimiento programado

$$\% \text{ Mantenimiento preventivo} = \frac{\text{Horas hombre} - \text{Mantenimiento preventivo}}{\text{Horas hombre} - \text{Mant. preventivo} + \text{Horas hombre} - \text{Man. correctivo}}$$

Fuente: Pérez Rondón, 2021.

**Figura 3**

Figura de costos de mantenimiento con relación al tiempo.



Fuente: Pérez Rondón, 2021

**E. Sistema de información**

En la actualidad hay medios o herramientas digitales que podemos usar para el registro de actividades, por ello el autor Félix Pérez menciona lo siguiente: “Todo los que se puede incluir en una computadora se puede relacionar con el siguiente listado”:

- ✓ Plan mensual.
- ✓ Registro de inspecciones.
- ✓ Elaboración de programaciones mensuales de mantenimiento.
- ✓ Elaboración de órdenes de trabajo, etc. (Pérez Rondón, 2021)

## F. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se tiene en mención al seguimiento y al monitoreo de parámetro o indicadores de mantenimiento. Lo que se precisa y se gestiona valores de alarmas que con llevan a actuar a cuyas variables se contempla a medir o gestionar.

Existe aplicaciones predictivas, las más comunes son:

- ✓ Análisis de vibraciones mecánicas.
- ✓ Aplicaciones de termo gráficas.
- ✓ Análisis de ultrasonidos.

### Figura 4

Figura de Técnicas predictivas.



Fuente: Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017

## G. Importancia del mantenimiento

El mantenimiento se considera como una actividad necesaria para asegurar la disponibilidad de los equipos, edificios e instalaciones. El mantenimiento se debe de considerarse como una parte integral e importante en la organización que maneja una fase de las operaciones. (Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017)

## **H. Programación del mantenimiento**

El control del mantenimiento es importante en la elaboración de planificación, programación y ejecución de actividades que deben realizarse.

La planificación de mantenimiento se comprende por un conjunto de tareas necesarias para conservar en óptimas condiciones los activos de la empresa.

Un aspecto importante de facilitar la ejecución de actividades relacionadas con el mantenimiento es como el uso de herramientas que puedan organizar y administrar los servicios que se requieran. Dicho aspecto consiste como en una base de datos que contiene información de los activos de la empresa y las operaciones de mantenimiento que facilitan la realización de tareas de una manera segura y eficaz.

En la actualidad existe software de mantenimiento disponibles en el mercado como son:

- MP, versión 8.
- Easy maint.
- Elipse.
- Máximo Asset management.
- Info EAM.
- Facttal (mantenimiento en la nube 100% web y móvil) (Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017)

## **I. Análisis de modo de fallos y efectos**

El análisis de modo de fallo y efectos es un método que permite cuantificar el impacto de fallas de los componentes de un sistema y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que tienen mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, a fin de disminuirlas o eliminarlas por completo.

Al establecer el análisis de modos de fallo y efectos dentro de la empresa permite organizar los planes y programas de mantenimiento de manera eficiente. Como establecer su índice de prioridad, que cuente con una larga lista de posibles causas de falla del

producto. Estas deben de incluir en la siguiente tabla como la siguiente: (Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017)

**Tabla 1.**

Tabla de Registro de fallas y producto

AMFE							
Elemento/ función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR=S*O*D	Acciones propuestas
Describir elemento	Describir modo de fallo	Describir efecto	1 a 10	1 a 10	1 a 10	1 a 1000	Proponer acción de mejora si sale un NPR alto

Fuente: Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017

A continuación, se procede a clasificar los modos de fallo, según su importancia.

S: Nivel de severidad (gravedad de la falla percibida por el usuario)

O: Nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra la falla)

D: Nivel de detección (probabilidad de que no se detecte el error antes de usar el producto).

Una vez estimado los valores S, O y D entre 1 y 10, y estimar los valores se debe de multiplicar para obtener NPR (número o índice de prioridad de la falla), lo que se obtendrás valores entre 1 y 1000.

**Ecuación 3** Ecuación del número o índice de prioridad de la falla

$$NPR = S \times O \times D$$

Fuente: Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017

## J. Criticidad

La criticidad de un equipo se determina mediante el uso de la matriz de frecuencia de fallas. Dicha matriz posee un código de colores que permite identificar el grado de riesgo. A continuación, se detalla:

**Tabla 2.**

Cuadro de código de color utilizado para definir el grado de criticidad

<b>Criticidad baja</b>	color verde
<b>Criticidad media</b>	color amarillo
<b>Criticidad alta</b>	color rojo

Fuente: Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017

La gestión de mantenimiento es productora de una política de mantenimiento con base en la calidad, la seguridad y el mercado. Por ello hay que distinguir entre los equipos con la finalidad es lograr una adecuada relación entre productividad y costos de mantenimiento. Así se establece las categorías.

**Tabla 3.**

Tabla de categorías de relación entre productividad y costo de mantenimiento

Tabla 2.4 Categorías de relación entre productividad y costo de mantenimiento.	
<b>Categoría A</b>	En esta categoría se debe buscar la máxima disponibilidad de los equipos, pues son los más críticos.
<b>Categoría B</b>	Se busca reducir los costos de mantenimiento sin que ocurra una catástrofe, pues los equipos son importantes.
<b>Categoría C</b>	El objetivo es reducir los costos de mantenimiento al mínimo, ya que los equipos son prescindibles.

Fuente: Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017

Cada equipo tiene diversos componentes que no están sometidos al mismo trabajo, hecho que debe ser considerado por las acciones de mantenimiento.

**Tabla 4.**

Tabla de criterios para definir la criticidad del equipo

Núm.	Cliente	Categorías		
		A	B	C
1	Intercambiabilidad	Irreemplazable	Reemplazable	Intercambiable
2	Importancia product.	Imprescindible	Limitante	Convencional
3	Régimen de operación	Producción continua	Producción de series	Producción alternativa
4	Nivel de utilización	Muy utilizable	Medio utilizable	Esporádico
5	Precisión	Alta	Mediana	Baja
6	Mantenibilidad	Alta complejidad	Media complejidad	Baja complejidad
7	Conservabilidad	Condiciones espec.	Estar protegido	Condiciones normales
8	Automatización	Muy automático	Semiautomático	Mecánico
9	Valor de la máquina	Alto	Medio	Bajo
10	Aprovisionamiento	Malo	Regular	Bueno
11	Seguridad	Muy peligroso	Medio peligroso	Sin peligro

Fuente: Gonzales Danger, 2022

## K. Diagrama de Pareto

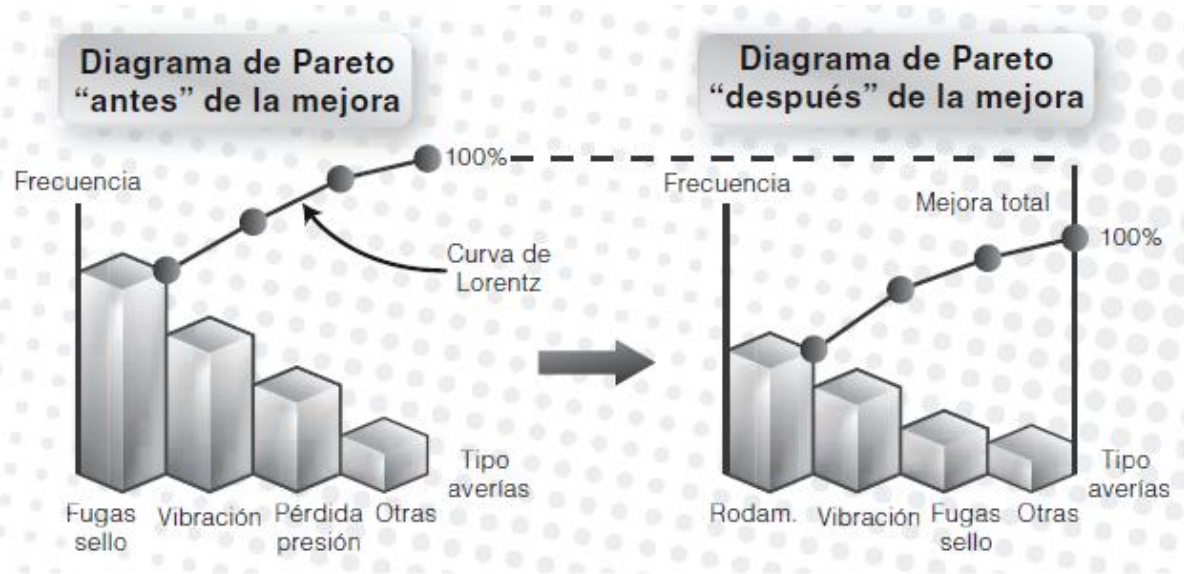
El diagrama de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada. Es representada gráficamente con datos obtenidos sobre un problema que ayuda a identificar los aspectos prioritarios a tratar.

Se debe de considerar que el pequeño porcentaje de las causas representa el 20%, producen la materia de los efectos, el 80%.

El diagrama de Pareto se utiliza para determinar el problema o efecto a estudiar. Es de tratar de analizar los factores o causas que provocan ese problema y como recoger los datos referentes a ellos. (Domenech Roldán, 2017)

**Figura 5.**

Figura de Diagrama de Pareto- Comparativo antes y después de la mejora



Fuente: Gonzales Danger, 2022

## L. Disponibilidad

La disponibilidad es un cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de paradas. Para poder calcular la disponibilidad de una maquina se emplea la siguiente ecuación. (García Garrido, 2003)

**Ecuación 4.** Ecuación de disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ totales - horas\ de\ paradas\ por\ mantenimiento}{Horas\ totales}$$

Fuente: García Garrido, 2003.

## M. Fiabilidad

La Fiabilidad es un indicador de mantenimiento que es casi parecido al indicado de disponibilidad, lo que sustituye por horas de paradas por mantenimiento no programado. Por ello se aplica la siguiente formula. (García Garrido, 2003)

**Ecuación 5.** Ecuación de fiabilidad

$$Fiabilidad = \frac{Horas\ totales - horas\ de\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ totales}$$

Fuente: García Garrido, 2003.

**2.2 Definición de términos**

**Actividades:** Es un conjunto de actividades que llevan a cumplir metas establecidas por un programa o cronograma ya establecido.

**Parada:** Es un tiempo establecido en que la máquina o equipo queda fuera de servicio o inoperativo.

**Confiabilidad:** Es un indicador de la gestión de mantenimiento en que nos pueda indicar o determinar el periodo de operatividad.

**Vida útil:** Es el cual nos determina el tiempo de operatividad de la máquina o equipo.

**Diagrama de flujo:** Es una representación gráfica de como se viene dando los procesos de una determinada actividad.

**Disponibilidad:** Es un indicador de la gestión de mantenimiento que estima el porcentaje del tiempo total en que se pueda esperar de un equipo o maquinaria.

**Falla:** Se refiere a un incidente que se pueda presentar de la manera interna o externa del equipo o maquinaria.

**Horas paradas:** Es el tiempo en donde la máquina o el equipo deja de operar.

**Mantenimiento:** Es el conjunto de actividades o procedimientos que permite alargar el tiempo de operatividad de un equipo o maquinaria.

**Mantenimiento preventivo:** Es un conjunto de actividades programadas con el objetivo de prevenir las posibles fallas.

**Orden de trabajo:** Es un instrumento en donde nos define el trabajo a realizar con tiempos planificados.

**Costos:** Es lo que cuesta un recurso ya sea materia prima, insumo, etc.

**Estado de costos:** Es que nos proporciona el detalle sobre los costos de producción de una institución o la organización.

**Gestión:** Son procesos que se basan a realizar una actividad con un solo objetivo.

### 2.3 Tipo de investigación

➤ **Según el propósito:**

Esta investigación es aplicada, Porque el propósito de resolver de manera practica un problema en particular.

➤ **Según el diseño de investigación**

El presente informe tiene como diseño de investigación es descriptivo, porque la investigación está diseñado basado en la teoría que recopila información con el fin de implementar un diseño propuesto por el investigador.

### 2.4 Población y muestra

➤ **Población:** La población está conformada por todos los procesos que la conforma la empresa Industrias Rodríguez EIRL.

➤ **Muestra:** La muestra sería el proceso de producción de la empresa Industrias Rodríguez EIRL.

### 2.5 Técnicas e instrumentos

Para el desarrollo de esta investigación se ha empelados diversa técnicas e instrumentos. A continuación, se detalla:

**Tabla 5.**

Tabla de técnicas e instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Entrevistas	Guía de entrevistas
	Recolección de información con dos componentes entre el entrevistador y el entrevistado
Observación	Mapas mentales
	Fichas Técnicas
Auditivo	Equipo electrónico- micrófono
Encuesta	Cuestionario
Análisis de documentos	bibliografías, fichas de trabajo, paráfrasis, comentarios, antecedentes, etc.

Fuente: Elaboración propia

Adicional he de mencionar que para el desarrollo de esta investigación se ha empleado el uso de un software para la elaboración y análisis de los instrumentos por medio del software Microsoft Excel, el Microsoft Word se ha usado para la elaboración del presente informe.

Así mismo, se ha usado una herramienta digital el cual es el FROMS de Google (GMAIL) el cual sirve para recolectar información y ser almacenados de manera virtual.

## **2.6 Procedimientos**

### **2.6.1 Operacionalización de variables**

**Tabla 6.**

Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFICIÓN DE CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escalda de medición.
V. Independiente Gestión de mantenimiento	Es un conjunto de prácticas que se relacionan entre sí, que cuyo objetivo es de garantizar la disponibilidad y la operatividad de máquinas y de equipos.	Variable medible que garantice la operatividad de los equipos	Personal capacitado	$\frac{\text{Total de personas capacitadas} * 100}{\text{El total de personas}}$	%
			Operatividad efectiva	$\frac{\text{Horas de operatividad} * 100}{\text{El total de horas operatividas planificadas}}$	
			Mantenimiento preventivo	$\frac{\# \text{ de mantenimientos existentes} * 100}{\text{Mantenimiento planificados}}$	
			Reducir el número de incidencias	$\frac{\# \text{ de incidencias reportadas} * 100}{\text{Total de indicas registradas}}$	
V. Dependiente Costos operativos	Son costos operativos a los que se viene realizando la operación del negocio.	Variable medible que por medio de control y comparaciones de costos actuales y el mejoramiento de la propuesta.	VAN	$VAN = -A + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \dots$	S/
			TIR	$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$	
			BENEFICIO / COSTO	$B/C = \frac{VAN}{VAP}$	

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1 Generalidades de la empresa

#### A. Reseña histórica

En los años 90, el Sr. Antonio Rodríguez Goicochea inicia su proyecto de emprendimiento cual le con lleva a formar su propio taller metálico, teniendo como función en la fabricación y modificación de estructuras metálicas.

Durante el avance de los años el emprendimiento llegaba a tener buenas propuestas en el sector industrial, ya en el 2004 el Sr. Antonio Rodríguez Goicochea decide crear su empresa denominada Industrias Rodríguez EIRL. El cual está ubicada en Jr. Mariano Melgar # 482 Urb. Santo Dominguito, La Libertad, Trujillo, Trujillo.

#### B. Aspectos generales

- ✓ **Representante Legal:** Ingrid Rodríguez Martínez.
- ✓ **Nombre Comercial:** INDUSTRIAS RODRIGUEZ EIRL.
- ✓ **Actividad:** Fabricación y producción metálica.
- ✓ **Rubro:** Industria metálica.
- ✓ **RUC:** 20481012598
- ✓ **Tipo de contribuyente:** Empresa Individual de Resp. LTDA.
- ✓ **Fecha de inicio de actividades:** 19/10/2004.

#### C. Visión

En el 2025, se líder de la zona norte del Perú en la ejecución de proyectos integrales en el sector metalmeccánica.

#### D. Misión

Brindar soluciones integrales del área metalmeccánica con los altos estándares de seguridad, calidad, responsabilidad ambiental y social, lo que con lleva una fidelización y permanencia de nuestros clientes.

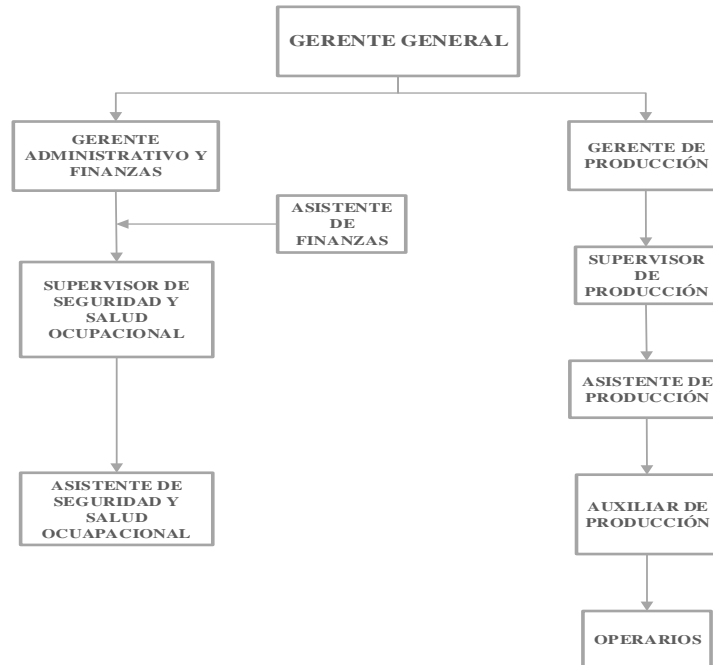
#### E. Valores

Los valores de la empresa es el compromiso, responsabilidad, transparencia, honestidad y puntualidad.

## F. Organigrama

Figura 6.

Figura del organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

## G. Tipo de servicios que brinda

La empresa Industrias Rodríguez EIRL es especializada en la fabricación de productos metálicos para el uso estructural. Los tipos de fabricación de productos más concurrente son como la fabricación de tanques, depósitos, generadores de vapor, etc.

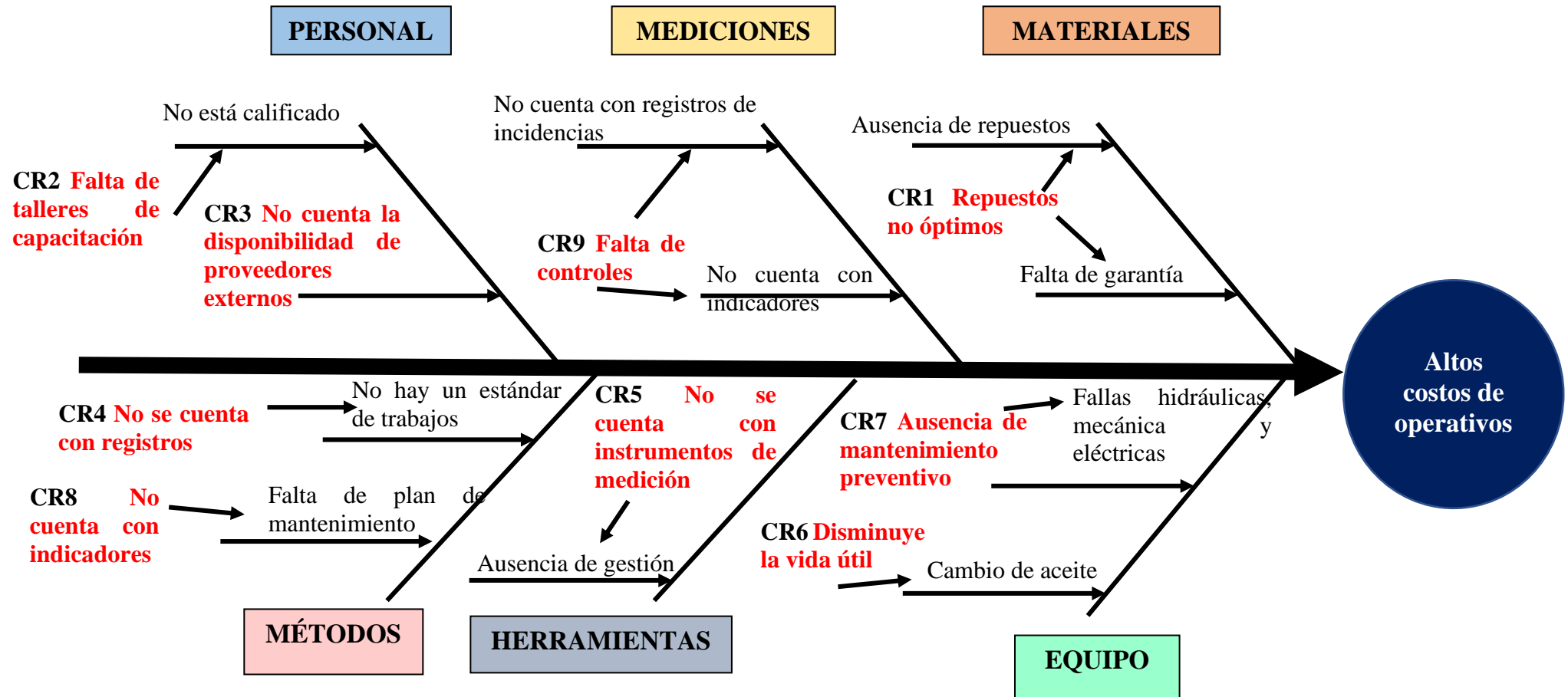
Así mismo, incluye la fabricación de estructuras metálicas o armazones, que son estructuras metálicas elaboradas de acero similares como a los puentes, listones atravesados a las vigas para formar suelos y techos, soportes telescópicos, etc.

Adicional Industria Rodríguez EIRL también realiza la fabricación de edificaciones y componentes prefabricados principalmente de metal. La fabricación de divisiones metalizas fijas para el piso y estanterías de grandes dimensiones para montar y fijar permanentemente.

## H. Diagrama de Ishikawa

**Figura 7.**

Figura del Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

De haber identificado las causas raíz de esta investigación por medio de la herramienta el diagrama Ishikawa, el resultado permite por resolver las posibles causa-efecto de un problema, en este caso son los costos operativos del montacarga Caterpillar GP30NM.

Una vez realizado el análisis del diagrama Ishikawa se prosiguió a obtener las causas identificadas de manera decreciente. A continuación, se detalla en tabla n°07.

**Tabla 7.**

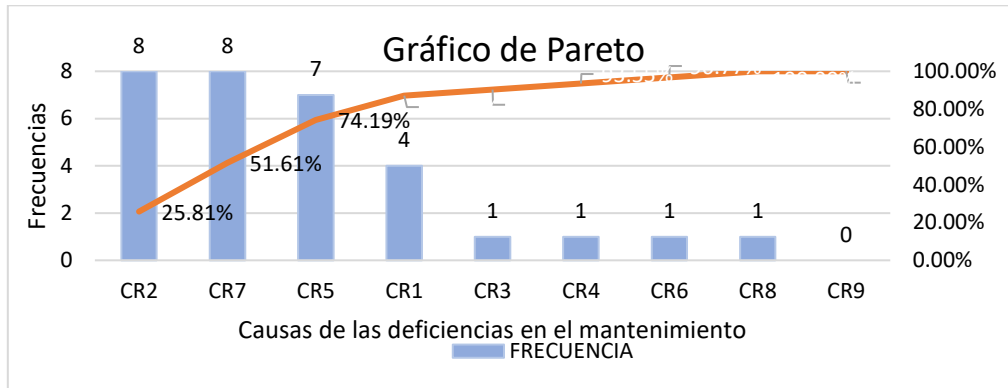
Cuadro de Causas y Raíces.

CAUSAS DE LOS COSTOS OPERATIVOS DEL MONTCARGA CATERPILLAR GP30NM				
N°	PREGUNTAS	FRECUENCIA	%	% acumulado
CR2	Falta de talleres de capacitación	8	25.81%	25.81%
CR7	Ausencia de control mantenimiento preventivo	8	25.81%	51.61%
CR5	No se cuenta con instrumentos de medición	7	22.58%	74.19%
CR1	Repuestos no óptimos	4	12.90%	87.10%
CR3	No cuenta con la disponibilidad de proveedor externo	1	3.23%	90.32%
CR4	No se cuenta con registros	1	3.23%	93.55%
CR6	Disminuye la vida útil	1	3.23%	96.77%
CR8	No cuenta con indicadores	1	3.23%	100.00%
CR9	Falta de controles internos	0	0.00%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.**

Figura de Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

### I. Disponibilidad

En el ejercicio del 2022, se ha podido tomar nota sobre el total de incidencias que ha presentado el Montacarga Caterpillar GP30NM por ello se presenta en la siguiente tabla n.º08.

**Tabla 8.**

Cuadro de registros de averías.

REGISTRO DE AVERIAS				
El presente documento es para llevar el control de averías que presenta el Montacarga Caterpillar GP30NM				
Fecha de avería	hora de la avería	Hora de restablecimiento	Fecha de restablecimiento	Motivo de la avería
3/01/2022	10:27	12:00	4/01/2022	Desgaste de mangueras hidráulicas
17/01/2022	09:00	17:00	17/01/2022	Fusibles del tablero
18/01/2022	07:45	09:22	19/01/2022	neumáticos
19/01/2022	11:03	12:40	20/01/2022	Falta de hidrolina
29/01/2022	15:23	18:00	14/02/2022	Fusibles del tablero
14/02/2022	11:00	11:20	3/02/2022	Sensores y fusibles
2/02/2022	09:09	11:00	11/02/2022	Sensores y fusibles
10/02/2022	11:45	18:00	18/02/2022	Desgaste de mangueras hidráulicos
18/02/2022	16:23	12:00	21/03/2022	Cargador
20/03/2022	10:13	18:00	20/03/2022	Sensores y fusibles
3/03/2022	08:49	15:00	21/03/2022	Sensores y fusibles
21/03/2022	11:34	15:00	29/03/2022	Cargador

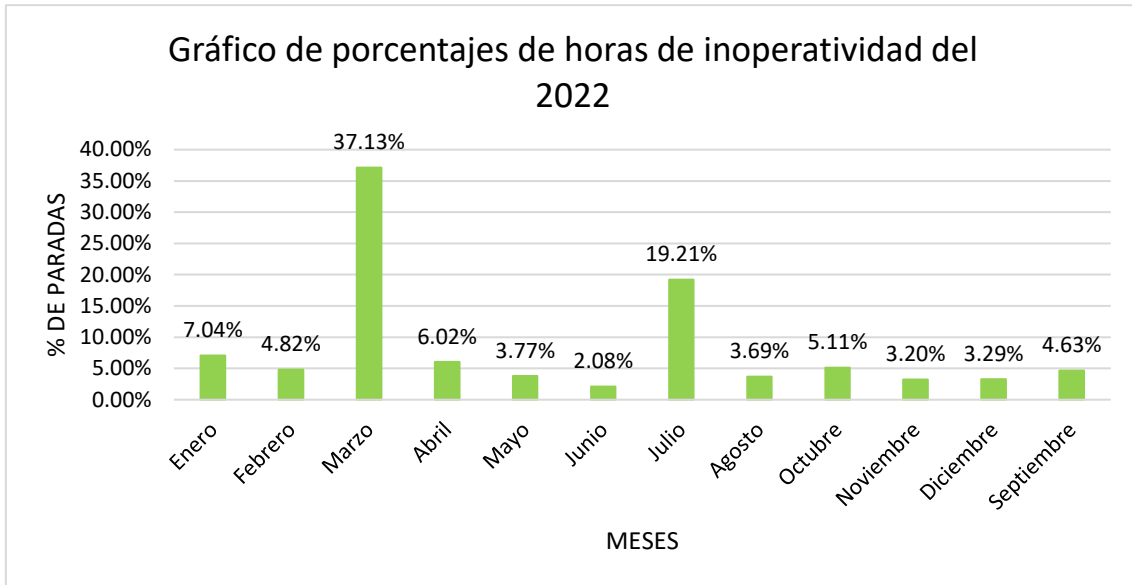
29/03/2022	14:30	12:00	12/04/2022	fajas
11/04/2022	14:22	15:23	15/04/2022	Perdida de aceite, mangueras desgastadas
14/04/2022	16:23	09:00	19/04/2022	filtros de petróleo y aceite
18/04/2022	12:00	15:58	22/04/2022	rodajes
22/04/2022	09:09	11:00	2/05/2022	Sensores y fusibles
2/05/2022	08:34	18:00	3/05/2022	Sensor de temperatura y baterías
3/05/2022	17:05	09:00	7/05/2022	mecánica-rodajes, etc.
6/05/2022	15:23	12:29	24/05/2022	Carburador
23/05/2022	15:12	20:29	25/05/2022	Sensor de temperatura y baterías
25/05/2022	17:23	15:49	9/06/2022	Parte hidráulica
9/06/2022	09:00	16:28	12/06/2022	baterías
12/06/2022	08:34	18:00	15/06/2022	Sensor de temperatura y baterías
15/06/2022	07:39	17:30	3/07/2022	cables quemados
1/07/2022	09:39	12:49	3/07/2022	neumáticos reventados
1/07/2022	09:39	12:49	3/07/2022	rodajes
1/07/2022	09:39	12:49	3/07/2022	Fajas
1/07/2022	09:39	12:49	26/07/2022	Fusibles del tablero y cableado
25/07/2022	15:00	12:00	7/08/2022	Fusibles del tablero y cableado
6/08/2022	15:23	12:29	16/08/2022	Carburador
15/08/2022	15:00	12:00	21/08/2022	Fusibles del tablero y cableado
21/08/2022	09:39	12:49	5/09/2022	rodajes
5/09/2022	09:11	12:00	12/09/2022	Fusibles del tablero y cableado
11/09/2022	11:12	12:00	17/09/2022	fusibles
16/09/2022	08:39	19:00	2/10/2022	brazos mecánicos
1/10/2022	15:00	12:00	4/10/2022	Fusibles del tablero y cableado
4/10/2022	09:44	16:43	26/10/2022	Sensores y fusibles
26/10/2022	09:00	11:30	9/10/2022	drenajes
8/10/2022	12:00	17:00	2/11/2022	baterías, no recargan
2/11/2022	11:39	16:03	16/11/2022	baterías
15/11/2022	12:34	18:40	17/11/2022	Abrazaderas
17/11/2022	13:59	19:00	29/11/2022	Fusibles del tablero
29/11/2022	18:00	10:22	11/12/2022	desgastes de mangueras y aceite
10/12/2022	11:34	19:33	16/12/2022	Sensores y fusibles
16/12/2022	10:47	16:39	16/12/2022	Sensores y fusibles
16/12/2022	08:39	19:00	18/12/2022	brazos mecánicos

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo, con el registro de fallas obtenidas en el año 2022 se ha podido obtener el porcentaje de horas inoperativas del Montacarga Caterpillar GP30NM. Ver el siguiente gráfico n°09.

**Figura 9.**

Figura de porcentajes de horas de inoperatividad del 2022.



Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que en el ejercicio del 2020 hubo 347.52 horas de inoperatividad del Caterpillar GP30NM debido a las fallas presentadas, lo que representa un 13.74 %.

Por ello, la disponibilidad del Montacarga obtuvo un 86.26% con respecto al ejercicio 2022.

## J. Matriz de indicadores

**Tabla 9.**

Tabla de Matriz de indicadores

CR	DETALLE	INDICADOR	FORMULA	VALOR ACTUAL	PERDIDA ANUAL S/	VALOR META	PERDIDA MENSUAL	BENEFICIO	HERRAMIENTAS
CR2	Falta de talleres de capacitación	% del personal capacitado	(# de personas capacitadas/ total de personal) x 100	17%	S/ 69,750.00	100%	S/ 30,810.00	S/ 9,880.00	Talleres de capacitaciones.
CR7	Ausencia de control mantenimiento preventivo	% de programación de mantenimientos planificados	(# de mantenimientos preventivos/ total de mantenimientos planificados) x 100	0%		100%	S/ 29,060.00		Registros de controles de mantenimiento
CR5	No se cuenta con instrumentos de medición	% formatos aplicados	(# de formatos aplicados/total de formatos) x 100	0%		100%			La mejora continua de formatos de mantenimiento preventivo
					S/ 69,750.00		S/ 59,870.00	S/ 9,880.00	

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Solución de la propuesta

#### A. Descripción de causas raíces

Para la descripción de causas raíces vamos a tomar los puntos más importantes que hemos podido obtener de acuerdo a nuestro diagrama de Pareto. A continuación, se detalla.

**Tabla 10.**

Tabla de descripción de causas y raíces.

ÍTEM	CAUSAS DE RAICES	DESCRIPCIÓN
CR2	Falta de talleres de capacitación	La empresa actualmente no facilita talleres de capacitación referente al proceso de mantenimiento, el cual el personal no tiene la noción o la idea de cuando el Montacarga Caterpillar presenta indicios de problemas.
CR7	Ausencia de control mantenimiento preventivo	La empresa no tiene ninguna delegación que pueda realizar el monitoreo ante eventualidades de mantenimiento.
CR5	No se cuenta con instrumentos de medición	Actualmente el área de producción no cuenta con instrumentos o registro de incidencias, averías, etc. con respecto a Montacarga Caterpillar.
CR1	Repuestos no óptimos	Existe repuestos para resolver incidencias de manera rápida, pero no son sumamente de mejor calidad.

Fuente: Elaboración propia.

#### B. Monetización de pérdidas

Debido a la ausencia de control de mantenimiento preventivo, de políticas de proveedores y la falta de controles internos, se ha podido obtener una pérdida de S/ 69,750.00 por todo el ejercicio del 2022.

Se pudo verificar que la monta carga Caterpillar GP30NM presenta dos tipos de averías las más comunes. A continuación, se puede visualizar en tabla n°11.

**Tabla 11.**

Cuadro de categorización de averías.

TIPO DE AVERIAS	%
Averías eléctricas	49%
Avería hidráulica	51%

Fuente: Elaboración propia.

Debido al 49% representan a las averías eléctricas, eso ha generado un costo de reparación de S/27,750.00 y el costo de las averías hidráulicas-mecánica es de S/42,000. A continuación, se detalla los costos ejecutados en el año 2022 en la tabla n.º12.

**Tabla 12.**

Tabla de cuadro de pérdidas por categorización.

COSTOS DE PERDIDAS POR CATEGORÍA		
MES	Eléctrica	Hidráulica - mecánica
ENERO	S/2,100.00	S/4,500.00
FEBRERO	S/2,100.00	S/6,000.00
MARZO	S/2,100.00	S/3,000.00
ABRIL	S/1,050.00	S/4,500.00
MAYO	S/3,150.00	S/4,500.00
JUNIO	S/3,150.00	S/3,000.00
JULIO	S/2,100.00	S/4,500.00
AGOSTO	S/1,500.00	S/3,000.00
SETIEMBRE	S/3,150.00	S/1,500.00
OCTUBRE	S/2,100.00	S/3,000.00
NOVIEMBRE	S/3,150.00	S/3,000.00
DICIEMBRE	S/2,100.00	S/1,500.00
Total, por categorización	S/27,750.00	S/42,000.00
Total, anual	S/69,750.00	

Fuente: Elaboración propia

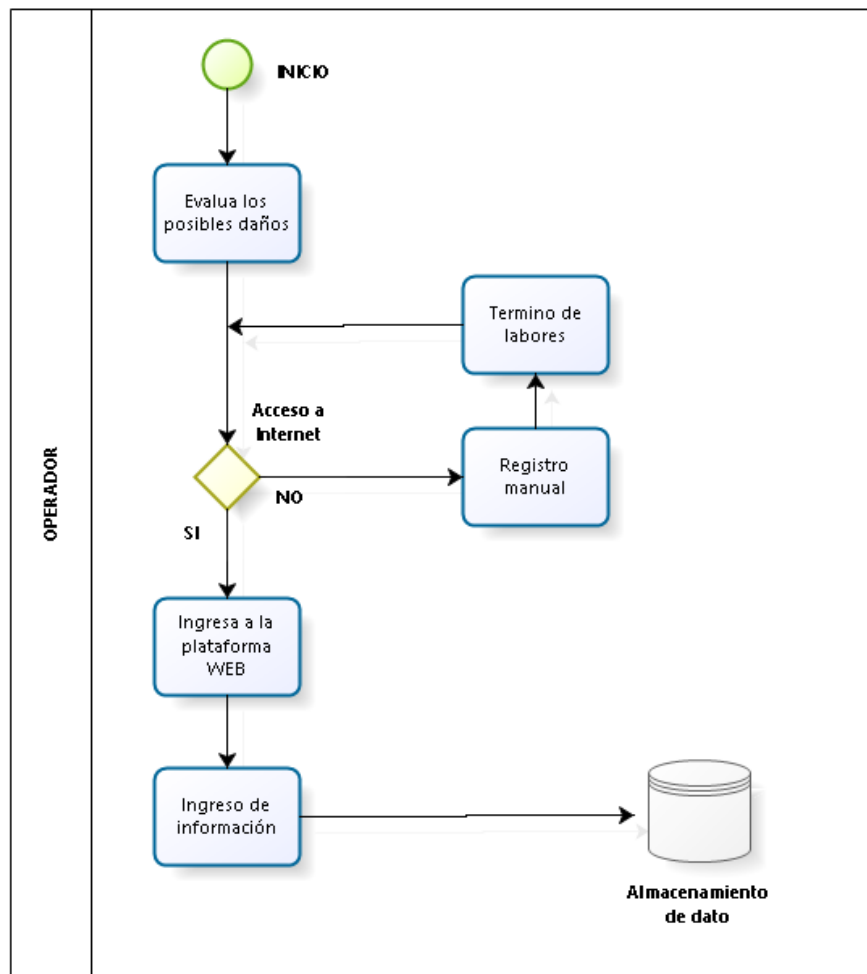
### C. Solución de la propuesta

#### ✓ Elaboración de formatos

Para la elaboración de formatos de control se ha considerado físicos y digitales. Por ello se debe de seguir el siguiente procedimiento.

**Figura 10.**

Figura de Procedimientos de registro de actividades diarias.



Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento del registro de actividades diarias, cambio de aceite, actividades de mantenimiento eléctrico, registro de kilometraje, inspección periódica y Reporte de mantenimiento preventivo se inicia desde el operador de Montacarga, el cual primero debe primero revisar los posibles daños físicos y la información debe ser ingresada a la plataforma digital usando como herramienta un equipo móvil.

Si por algún motivo no tenga acceso a internet desde el equipo móvil, debe de realizar el registro de información de manual en los formatos establecidos por el plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se detalla los formatos digitales y también ver los anexos 01, 02, 03, 04, 05, 06, y 7.

**Figura 11.**

Figura del registro de cambio de aceite y filtros en forma digital.



The image shows a mobile application interface for a maintenance record. At the top, the status bar shows the time 10:27, signal strength, 4G connectivity, and battery level. Below the status bar is a navigation bar with a back arrow and the text 'WA Business'. The main content area features a header image of a building at night. Below the image is a title 'REGISTRO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS' in bold black text. Underneath the title is a descriptive paragraph: 'El siguiente registro es para obtener tiempos realizado por los cambios de aceite y de filtros hacia al montacarga CATERPILLAR GP30NM.' Below this text is a white box containing a cloud icon and the text '\*Obligatorio' in red. Further down is another white box with the label 'DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD \*' in bold black text. At the bottom of this box is a text input field with the placeholder 'Tu respuesta' and a small red error icon on the left.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12.**

Figura del formato del registro de kilometraje en forma digital.



The screenshot shows a mobile interface for a digital form. At the top, the status bar displays '10:45', 'WA Business', and '4G'. The form title is 'FORMATO DE REGISTRO DE KILOMETRAJE'. Below the title, there is a paragraph of text: 'El registro del kilometraje es un formato propuesto por la gerencia de producción el cual le permite al área de acreditar el uso del montacarga Caterpillar GP30NM con fines profesionales.' A red asterisk '\*Obligatorio' is positioned below the text. The form includes a section for 'MATRICULA DEL VEHÍCULO \*' with a text input field labeled 'Tu respuesta'.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13.**

Figura de hoja de inspección periódica de forma digital.



The screenshot shows a mobile interface for a digital form. At the top, the status bar displays '10:54', 'WA Business', and '4G'. The form title is 'HOJA DE INSPECCIÓN PERIÓDICA'. Below the title, there is a paragraph of text: 'La presente hoja es para verificar el estado del montacarga Caterpillar GP30NM. El método de verificación se de manera visual.' A red asterisk '\*Obligatorio' is positioned below the text. The form includes a section for 'Número de placa \*' with a text input field labeled 'Tu respuesta'.

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Elaboración de un plan de capacitación**

El plan de capacitación es un proceso educacional que viene ser un plan estrategia empresarial que es aplicado de manera organizacional y sistemática. El cual el personal adquiere o desarrolla conocimiento o habilidades específicas relativas al trabajo. A continuación, se plantea el plan de capacitación:

**PLAN DE CAPACITACIÓN-INDUSTRIAS RODRIGUEZ EIRL**

**I. Actividades de la empresa:**

La empresa Industrias Rodríguez EIRL es una empresa privada dedicada a la prestación de servicios en la elaboración y diseño de estructuras metálicas.

**II. Justificación:**

El recurso humano es un activo importante de la institución que presta servicios de manera presencial, que influye directamente en la calidad y optimización de los servicios que se brinda.

Un personal motivador y colaborando en equipo son los pilares fundamentales de la institución.

**III. Alcance:**

El presente plan de capacitación es aplicado para todo el personal que labora en la empresa Industrias Rodríguez EIRL.

**IV. Fines del plan de capacitación:**

- Mejorar las interacciones entre los colaboradores.
- Generar conductas positivas y mejorar un clima de trabajo óptimo.
- Mantener al colaborador al día con los avances tecnológicos con respecto al mantenimiento preventivo.

**V. Objetivo del plan de capacitación**

- Preparar al personal para la ejecución eficiente del plan de mantenimiento preventivo en cualquier maquinaria.
- Modificar actitudes para contribuir a crear un clima de trabajo satisfactorio.

**VI. Metas**

Capacitar al 100 % del personal que laboran dentro de la empresa Industrias Rodríguez EIRL.

**VII. Estrategias**

Las estrategias empleadas son las siguientes:

- El desarrollo y el registro de información propuesto por el plan de mantenimiento preventivo.
- El desarrollo y la manipulación de plataformas digitales.
- Metodologías de exposiciones-diálogos.

### VIII. Cronograma de actividades

**Tabla 13.**

Tabla de cronograma de tiempos-plan de capacitación.

<b>CRONOGRAMA DE TIEMPOS-PLAN DE CAPACITACIÓN</b>			
<b>ACTIVIDADES EN DESARROLLAR</b>	<b>DÍA 1</b>	<b>DÍA 2</b>	<b>DÍA 3</b>
Cultura Organizacional			
Control patrimonial			
Gestión de cambio			
<b>CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO</b>			
Mantenimiento preventivo			
mantenimiento correctivo			
Descripción de formatos propuestos			
Manejo de plataformas digitales			

Fuente: Elaboración propia.

#### ✓ **Diseño del plan de gestión de mantenimiento preventivo**

El presente trabajo de suficiencia profesional es de realizar diseñar e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para poder reducir los costos operativos del Montacarga Caterpillar GP30NM.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo consiste primero en reunir todas las gerencias competentes de la empresa Industrias Rodríguez EIRL para obtener la conformidad y el compromiso de la Gerencia General.

El área de producción cuenta con el personal capacitado para realizar el plan de mantenimiento preventivo.

#### ✓ **Pasos para la realización del plan de mantenimiento preventivo**

- A. Alcance:** Para el diseño del plan de mantenimiento preventivo se debe de obtener información como los conceptos, términos y formatos a usar.
- B. Cronograma de tiempos:** Para el diseño del plan de mantenimiento preventivo también se debe de estimar tiempos en el cual nos estima en concretar tiempos de

planificación y de ejecución del plan de mantenimiento preventivo. A continuación, ver en el siguiente cuadro.



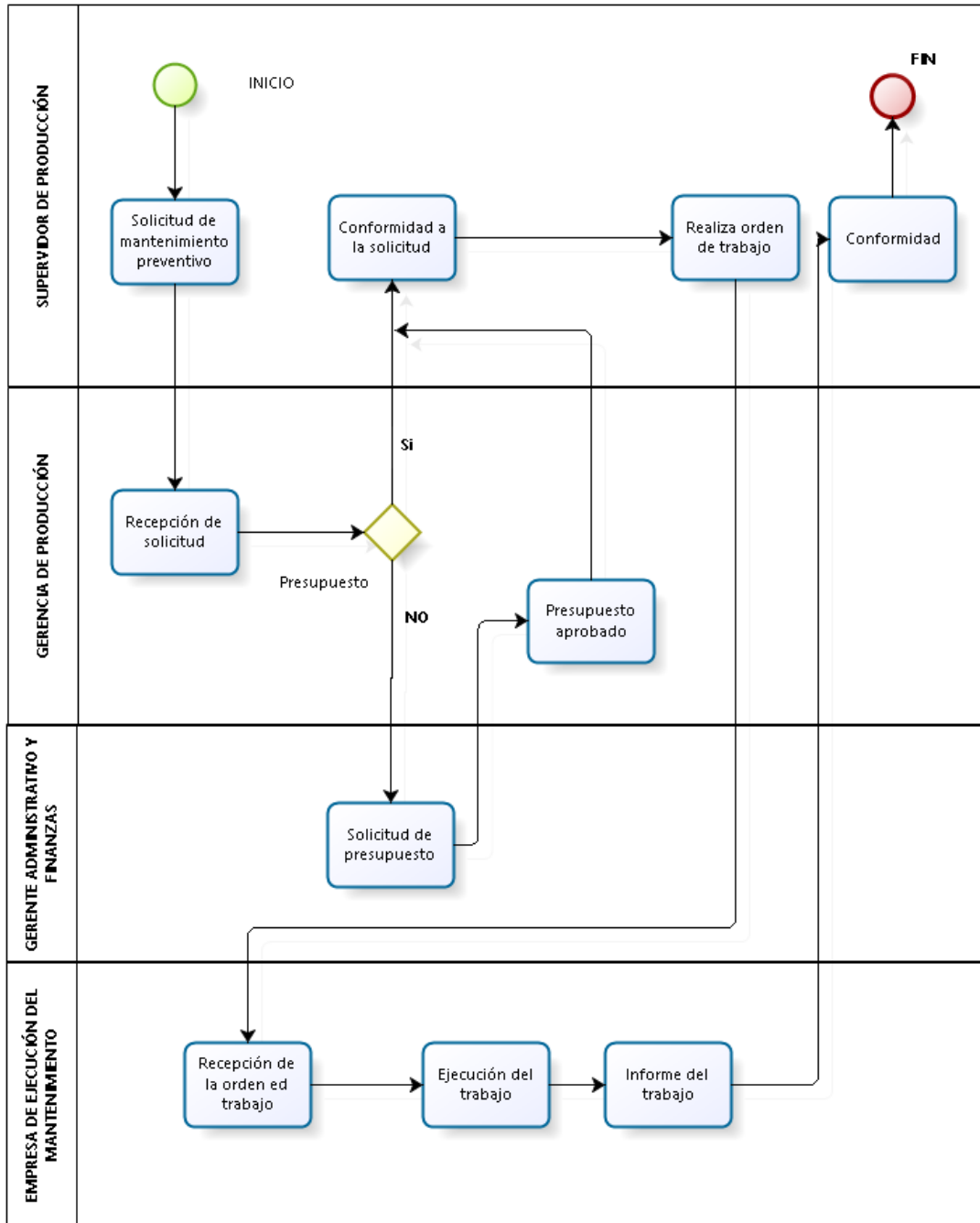
A. **Planificación:** La planificación del plan de mantenimiento preventivo es de suma importancia debido a que implica la supervisión y el control de un activo, en este caso de un Montacarga Caterpillar GP30NM. El propósito de la planificación del plan de mantenimiento preventivo es de evitar que la maquinaria pueda presentar falla durante sus operaciones y generar pérdidas económicas, si no de ampliar su disponibilidad.

Durante la etapa de planificación involucra la administración de recursos de la operación, por ello, se tiene que tomar los siguientes pasos para realizar una planificación en el plan de mantenimiento preventivo:

- ✓ Reuniones con expertos.
  - ✓ Evaluación de piezas de repuestos.
  - ✓ Mano de obra (terceros).
  - ✓ Costos de mantenimiento
- 
- ✓ **Procedimiento del mantenimiento preventivo**  
El procedimiento del mantenimiento preventivo programado y así mismo el mantenimiento correctivo se realiza de la siguiente manera:

**Figura 14.**

Figura del procedimiento de solicitud de mantenimiento preventivo hacia al montacarga.



Fuente: Elaboración propia.

Este plan de mantenimiento tiene como propuesta en ejecutar 4 mantenimientos preventivos anuales de acuerdo con el cronograma de mantenimientos preventivos de acuerdo con la tabla n°15.

Los trabajos de mantenimiento preventivo se deben de realizar en los días que no se esté brindando servicios en los clientes. El promedio de días que se pueda realizar el mantenimiento es de 3 a 4 días para así asegurar que la maquinaria pueda estar operativo al 100%.

Para esta propuesta de plan de mantenimiento se está considerando los siguientes:

- Los trabajos de mantenimientos son realizados por un mecánico y sus asistentes que no estén en la planilla de la empresa Industrias Rodríguez EIRL.
- La empresa Industrias Rodríguez EIRL de asegurar y respetar el cronograma de tiempos del procedimiento de mantenimientos preventivos.
- Tener la documentación al día como el historial de mantenimiento preventivo, ver los anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Este plan de mantenimiento preventivo debe de garantizar el óptimo funcionamiento del Montacarga Caterpillar GP30NM. También presentaría una mejora en la disponibilidad y evitar los futuros problemas que puedan afectar en las operaciones del área de producción.

El plan de mantenimiento preventivo es de tratar de reducir a un 70% del número de incidencias que se pueda presentar anualmente.

### **3.3 Evaluación económica financiera**

#### **A. Inversión de herramientas**

La propuesta de un plan de gestión mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos del Montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa Industrias Rodríguez EIRL. Es de reducir aún 60 % de las incidencias presentadas. Como podemos visualizar en la tabla n°08, en donde podemos manifestar que para la inversión inicial del plan de mantenimiento preventivo tiene un costo de S/ 76,787.00 tal como se detalla en la tabla n°15.

En la segunda tabla n°16, es donde podemos manifestar que, una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo, va tener un costo de S/ 69,750.00 anual lo que va costar para mantener el plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 15.**

Tabla de costos de inversión para el mantenimiento preventivo.

TIPO DE AVERIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
BALDE DE ACEITE	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00
MANT. PREVENTIVO	S/ -	S/ -	S/ 10,702.50	S/ -	S/ -	S/ 10,702.50	S/ -	S/ -	S/ 10,702.50	S/ -	S/ -	S/ 10,702.50
CAMBIO DE LLANTAS	S/ 455.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
HIDROLINA	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00
PETROLÉO	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ -
CAPACITACIÓN	S/ 5,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
OPERARIO DE MONTACARGA	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00
TOTAL, POR MES	S/ 7,550.00	S/ 2,692.00	S/ 12,797.50	S/ 2,692.00	S/ 2,095.00	S/ 13,394.50	S/ 2,095.00	S/ 2,692.00	S/ 12,797.50	S/ 2,692.00	S/ 2,035.00	S/ 13,194.50

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.**

Tabla de costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo.

TIPO DE AVERIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
BALDE DE ACEITE	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ 397.00	S/ -	S/ -	S/ 397.00
MANT. PREVENTIVO	S/ -	S/ -	S/ 7,702.50	S/ -	S/ -	S/ 7,702.50	S/ -	S/ -	S/ 7,702.50	S/ -	S/ -	S/ 7,702.50
CAMBIO DE LLANTAS	S/ 455.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
HIDROLINA	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00
PETROLÉO	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ 200.00	S/ -	S/ -
OPERARIO DE MONTACARGA	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00
SERV. MÓVIL	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00
<b>TOTAL, POR MES</b>	S/ 2,590.00	S/ 2,732.00	S/ 9,837.50	S/ 2,335.00	S/ 2,532.00	S/ 10,037.50	S/ 2,532.00	S/ 2,335.00	S/ 10,234.50	S/ 2,335.00	S/ 2,135.00	S/ 10,234.50

Fuente: Elaboración propia.

## B. Flujo de caja proyectado

El flujo de caja proyectado para esta propuesta de un plan de mantenimiento preventivo se ha podido obtener los siguientes datos:

**Tabla 17.**

Tabla de flujo de caja proyectado.

	AÑO 0 (inversión)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>COTOS ANUAL</b>	-S/ 76,787.00	S/ 59,870.00	S/ 59,870.00	S/ 59,870.00	S/ 59,870.00	S/ 59,870.00

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se ha podido aplicar las fórmulas de VAN, TIR obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 18.**

Tabla de indicadores financieros.

<b>TASA</b>	15%
<b>VAN</b>	S/ 107,744.80
<b>TIR</b>	73%

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Objetivo general

El objetivo general de la presente investigación, se ha propuesto es determinar el impacto de la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo sobre costos operativos de un Montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa Industrias Rodríguez EIRL, Trujillo, 2023. Por ello, hemos obtenido los siguientes resultados.

**Tabla 19.**

Tabla de reducción de costos operativos con la mejora

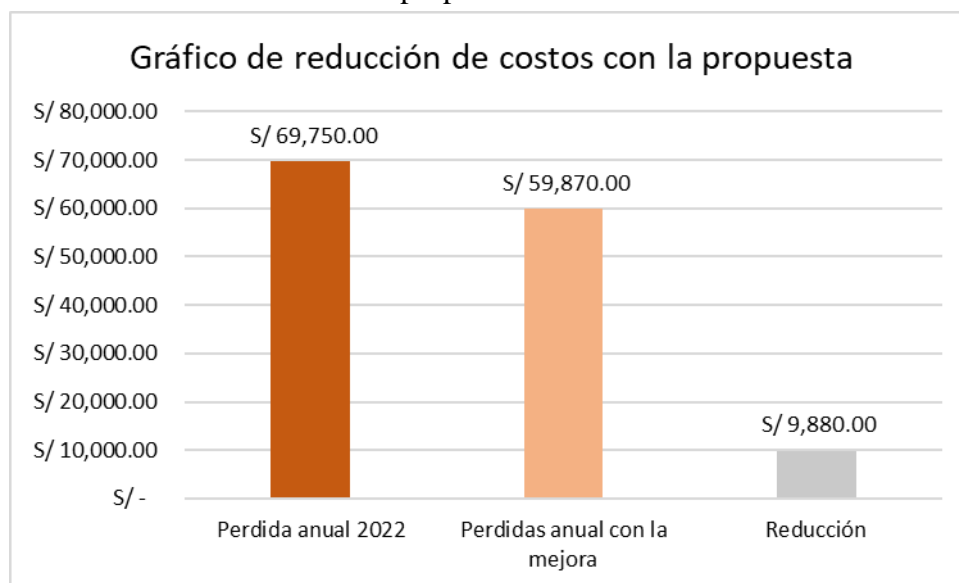
<b>Pérdida anual 2022</b>	<b>Pérdida anual con la mejora</b>	<b>Reducción</b>	<b>Porcentaje</b>
S/69,750.00	S/59,870.00	S/ 9,880.00	14.16%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la table 19, se puedo obtener que la pérdida anual del año 2022 ha sido de S/69,750.00 por conceptos reparaciones que ha tenido el Montacarga Caterpillar GP30NM, pero así mismo aplicando la mejora el costo debe de ser aún S/59,870.00 lo que podemos decir que hubo una reducción de S/9,880.00 a favor de la empresa.

**Figura 15.**

Figura de reducción de costos con la propuesta



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 15, se puede ver gráficamente los montos de pérdida del año 2022 y con la mejora, obteniendo una reducción favorable para la empresa.

#### 4.2 Objetivo específico uno.

El objetivo específico número uno, propuesta por la investigación es de diagnosticar la situación actual de la empresa Industrias Rodríguez EIRL. Por ello, hemos obtenido los siguientes resultados.

**Tabla 20.**

Tabla de la situación actual del mantenimiento preventivo de la empresa

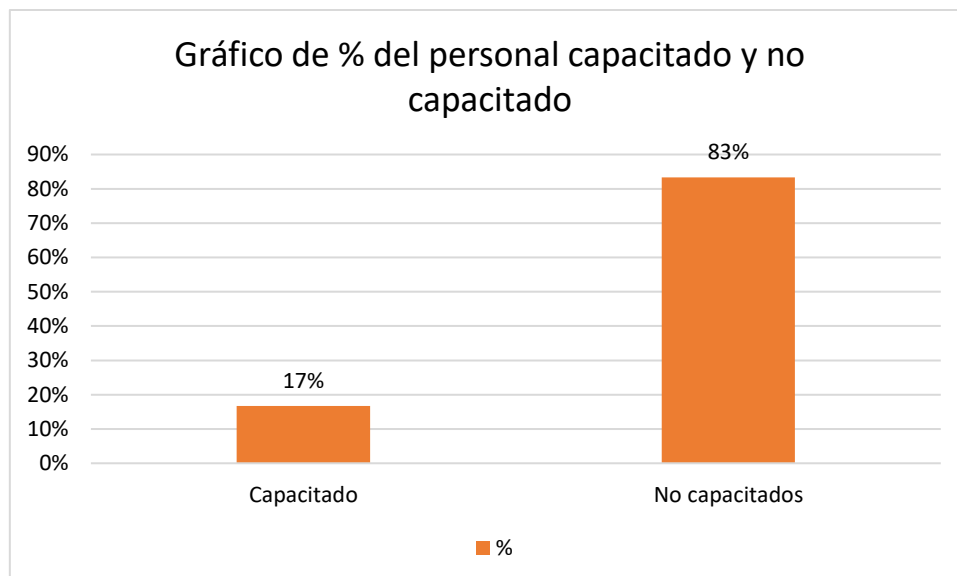
Descripción	Si existe	No existe
Orden trabajo	x	
Control Internos		x
Planificación de MP		x

Fuente: Elaboración propia

Se ha podido validar que la situación actual al mantenimiento preventivo del Montacarga Caterpillar GP30NM de la empresa son sumamente nulas.

**Figura 16.**

Figura de porcentajes de personal capacitado y no capacitado.



Fuente: Elaboración propia.

Lo que representa en la figura n°13 es el porcentaje del personal que se tiene conocimiento respecto a mantenimientos preventivos lo que representa al 17%.

**Figura 17.**

Total, de horas de paradas durante el 2022.



Fuente: Elaboración propia.

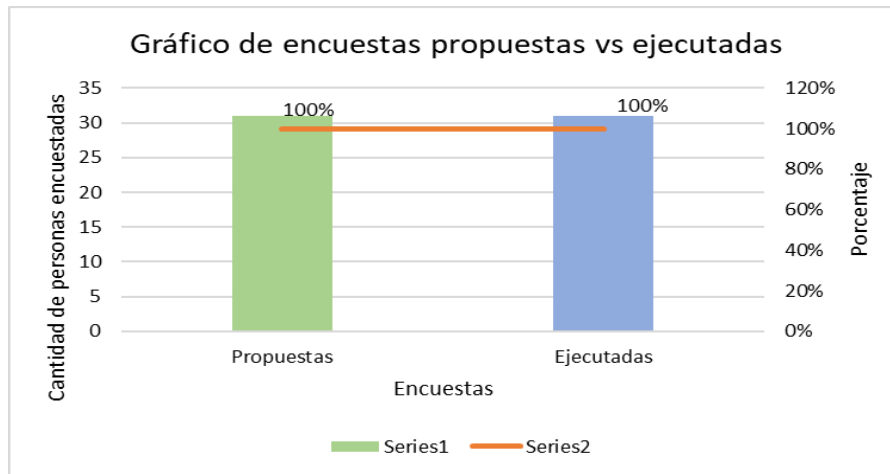
De acuerdo con la figura 17, se puede realizar el análisis respectivo de las horas de paradas durante el año 2022 el cual se determinó que hubo 1203.57 horas de paradas el cual es sumamente crítico para la operación de la empresa.

#### **4.3 Objetivo específico dos.**

El objetivo específico número dos, propuesta por la investigación es de desarrollar la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo. Por ello, hemos obtenido los siguientes resultados.

**Figura 18.**

Figura de encuestas propuestas vs ejecutadas.

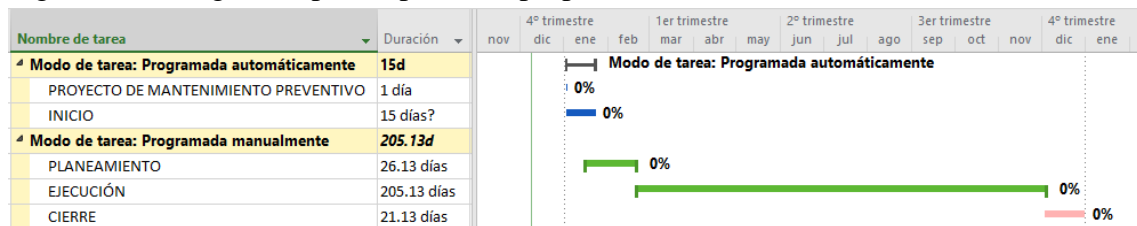


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 18, durante en el análisis de esta propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo se ha podido plantear una encuesta versus las encuestas ejecutadas el cual se ha podido cumplir al 100%.

**Figura 19.**

Figura de cronogramas por etapas de la propuesta.

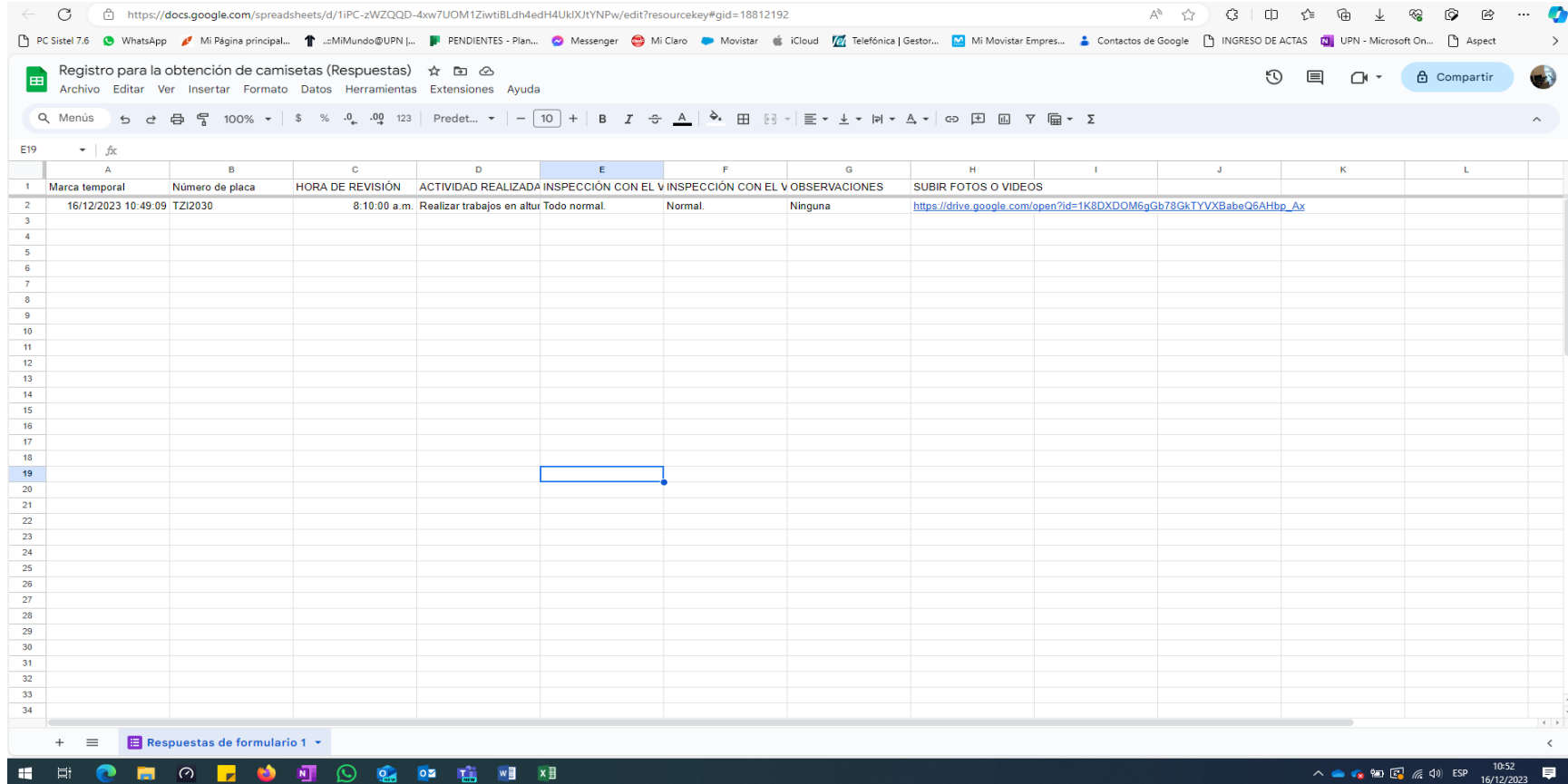


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 19, se está detallando el cronograma de las etapas del desarrollo del plan de gestión de mantenimiento preventivo de acuerdo con el tiempo.

**Figura 20.**

**Base de datos - recolección de información**



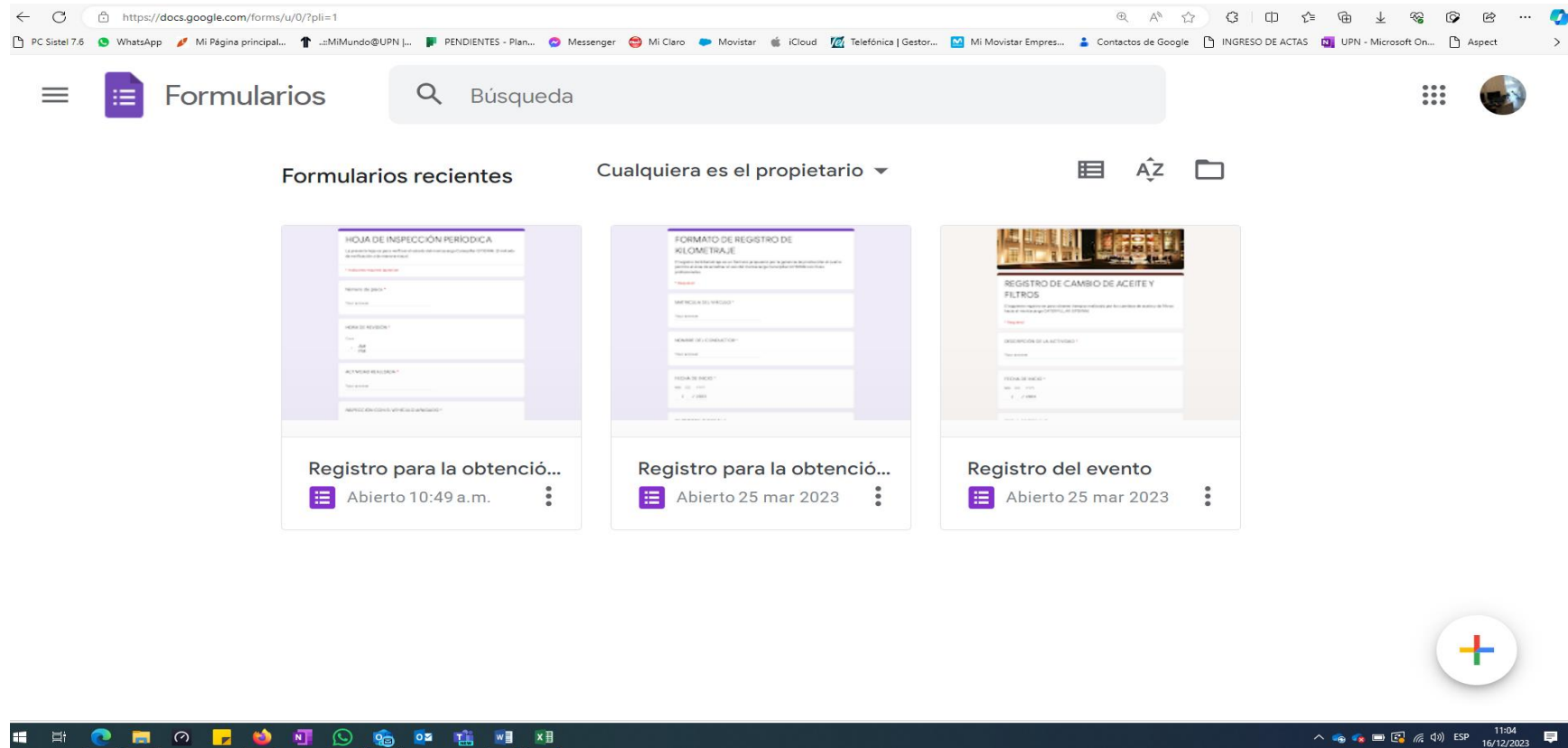
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Marca temporal	Número de placa	HORA DE REVISIÓN	ACTIVIDAD REALIZADA	INSPECCIÓN CON EL V	INSPECCIÓN CON EL V	OBSERVACIONES	SUBIR FOTOS O VIDEOS				
2	16/12/2023 10:49:09	TZI2030	8:10:00 a.m.	Realizar trabajos en altura	Todo normal.	Normal.	Ninguna	<a href="https://drive.google.com/open?id=1K8DXDOM6gGb78GkTYVXBabeQ6AHbp_Ax">https://drive.google.com/open?id=1K8DXDOM6gGb78GkTYVXBabeQ6AHbp_Ax</a>				
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 20, dentro de la implementación del plan de mantenimiento se ha propuesto que la obtención de información por medio de la virtualidad por ello se está usando una de las herramientas de Google Forms para el almacenamiento de datos en Excel.

**Figura 21.**

Figura- Lista de formularios.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 21, se ha desarrollado tres formularios virtuales usando la herramienta de Google Forms el cual está disponible los 7 días de la semana y a las 24 horas. Estos formularios son sumamente eficientes y amigables para la obtención de información.

**Tabla 21.**

Ficha técnica del Montacarga Caterpillar GP30NM

FICHA TÉCNICA DEL MONTACARGA			
REALIZADO POR	HUBER RODRIGUEZ MARTINEZ	FECHA	12/05/2023
MÁQUINA	MONTACARGA	SERIE	AT13FP0692
FABRICANTE	CATERPILLAR	MODELO	GP30NM
PESO	4554 KG		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA
<p>Capacidad de carga de levante es de 3 TN Motor es dual Gas-Gasolina Rendimiento de motor de 37 KW Centro de gravedad 500 NM</p>	

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la tabla 21, se pudo realizar una recopilación la información técnica del Montacarga Caterpillar GP30NM ya que actualmente en la empresa Industrias Rodriguez EIRL no cuenta con los manuales respectivos del activo.



#### 4.4 Objetivo específico tres.

El objetivo específico número tres, se propone la evaluación del análisis económico y financiero de la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo. Por ello, hemos obtenido el siguiente resultado.

**Tabla 23.**

VAN-TIR

AÑO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	ANLO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo neto efectivo	-S/ 76,787.00	S/59,870.00	S/59,870.00	S/59,870.00	S/59,870.00	S/59,870.00
VAN	S/107,744.80					
TIR	73%					

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la tabla 23, se ha podido hacer un análisis económico sobre la inversión inicial y sobre el flujo de caja de los cinco siguientes años, el cual podemos observar que tenemos un VAN y u TIR aceptable, lo que se concluye que la propuesta de plan de mantenimiento es aceptable.

## **CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

- Se determinó el impacto de la propuesta de gestión de mantenimiento preventivo sobre los costos operativos de un Montacarga Caterpillar GP30NM habrá una reducción del S/9,880.00 favorable para la empresa Industrias Rodríguez EIRL
- Se hizo el diagnóstico actual de la empresa en el cual no cuenta con un plan de gestión de mantenimiento preventivo aplicado al Montacarga Caterpillar GPN30NM, así mismo no tiene un control interno, no existe un registro de incidencias de paradas, ausencia de registro sobre las causas de falla, ausencia de un control de gastos, la falta de capacitación hacia el personal, etc.
- Para el desarrollo de la propuesta de gestión del plan de mantenimiento preventivo se han empleado métodos y herramientas de ingeniería Industrial, por ello, se ha planteado la creación de formatos (ver anexos 1,2,3,4,5,6 y 7) y procedimientos de la implementación del plan de mantenimiento preventivo para el Montacarga Caterpillar GP30NM.
- Con respecto a la evaluación económica de la propuesta de la gestión del plan de mantenimiento preventivo se ha podido validar que el VAN obtenido es de S/107,744.80 y así mismo un TIR DE 73%, cual son indicadores positivos para su inversión. Así mismo, existe un beneficio económico para la empresa Industrial Rodríguez EIRL de S/9,880.00.

## 4.2 Recomendaciones

- Prepara un manual de averías y soluciones que identifique los problemas técnicos que son viables en su solución rápida.
- Respetar los cronogramas de mantenimiento preventivo según lo planificado en el plan de mantenimiento para así no presentar ninguna disminución con la disponibilidad de la maquinaria y la operatividad de la maquinaria.
- Mantener actualizados los formatos propuestos de esta investigación para así tener un historial correcto y así poder tomar la toma de decisiones.
- Identificar la mejora continua del plan de mantenimiento.
- Se recomienda la contratación de un técnico mecánico con las destrezas y habilidades de poder solucionar estos inconvenientes que se presenta con la operación y así mismo genera un beneficio económico para la empresa.
- Mantener en contacto con los especialistas para mejorar los procesos de operación y del mantenimiento preventivo.

## REFERENCIAS

- Andina, A. (23 de Febrero de 2021). *Sector mantenimiento mueve alrededor del S/250 millones anuales en el Perú*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx>
- BURGOS, U. D. (20 de Julio de 2020). *Materiales una historia sobre la evolución humana y los avances tecnológicos*. Obtenido de *Materiales una historia sobre la evolución humana y los avances tecnológicos*: <https://libros.ubu.es/servpubu-acceso-abierto/catalog/book/14>
- Carranza Solis, C. D., & Rosales Lozano, Y. A. (2018). *APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE FLOTA DE MONTACARGAS EN LA EMPRESA GRÚAS LUGUENSI S.A.C.-CHIMBOTE-2018*. CHIMBOTE: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27822/Carranza\\_S\\_CDP-Rosales\\_LYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27822/Carranza_S_CDP-Rosales_LYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carranza, E. W. (2021). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LA MAÁQUINARIA PESADA EN UNA MUNICIPALIDAD*. Trujillo, Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27099/Tesis.pdf?sequence=1>
- Chalco Guzhñay, G. D., & Chuchuca Zhizhpon, J. L. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de buses de la empresa Transvicport S.A de la ciudad de Cuenca*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salisiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23898/1/UPS-CT010235.pdf>
- CIP. (1987). *CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ*. Lma, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de [https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo\\_de\\_etica\\_del\\_cip.pdf](https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf)
- Del Aguila Torres, W. A. (2019). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en los puentes de abordaje para pasajeros en la compañía American Airlines Boston, 2019*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal. Obtenido de <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3827>
- Domenech Roldán, J. M. (2017). *uteq.edu.mx*. Obtenido de <https://www.studocu.com/gt/document/universidad-mariano-galvez-de-guatemala/ciencias-juridicas-y-sociales/diagrama-de-pareto-fhg/49085071>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Días de Santos. Obtenido de [https://www.academia.edu/41042547/Organizacion\\_y\\_gestion\\_integral\\_de\\_mantenimiento](https://www.academia.edu/41042547/Organizacion_y_gestion_integral_de_mantenimiento)
- Industrias, S. N. (29 de Septiembre de 2021). *Sociedad Nacional de Industrias*. Obtenido de <https://sni.org.pe/sni-la-industria-peruana-continua-tendencia-de-recuperacion-en-el-2021/>

- INFRASPEAK. (12 de diciembre de 2022). *Estadísticas de mantenimiento: Desafíos, tendencias y métricas*. Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-estadisticas-desafios-tendencias/>
- Medrano Márquez, J. Á., González Ajuech, V. L., & Díaz de León Santiago, V. M. (2017). *Mantenimiento Técnicas y Aplicaciones Industriales*. DF. México: Grupo Editorail Patria.
- Murillo Tirado, J. L., & Pérez Rodríguez, J. D. (2023). *PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MONTACARGAS ELÉCTRICO PARA PASILLO DE DOBLE PROFUNDIDAD*. Bogotá, Colombia: Universidad ECCI-BOGOTÁ. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3573/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NACIONALES, P. \$. (14 de Enero de 2010). *BANCO MUNDIAL*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2010/01/14/peru-us150-million-to-rehabilitate-and-maintain-national-highways>
- Pérez Rondón, F. A. (2021). *CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. Ediciones USTA, 107. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Rosales Lozano, Y. A., & Carranza Solis, C. d. (2018). *AAPLICIACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE FLOTA DE MONTACARGAS EN LA EMPRESA GRÚAS LUGUENSI S.A.-CHIMBOTE, 2018*. Chimbote: Universidad Privada Cesar Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27822/Carranza\\_SCDP-Rosales\\_LYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27822/Carranza_SCDP-Rosales_LYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sinisterra Ramirez, J. M., Orozco Bastidas, E. H., & Angulo Diaz, H. F. (2020). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA CAFÉ MULATO*. CALI: INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO. Obtenido de <https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstream/handle/uniajc/899/PROPUESTA%20DE%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20PROGRAMA%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20EN%20LA%20EMPRESA%20CAFÉ%20MULATO.%20%281%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Tairo Champi, C. A. (2022). *DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU IMPACTO ECONÓMICO EN LA EMPRESA GENESUR E.I.R.L., AREQUIPA - 2021*. AREQUIPA: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA SAN FRANCISCO. Obtenido de <https://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/UASF/694/1/TESIS%20TAIRO%20CHAMPI.pdf>
- UPN. (2023). *CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN UPN*. Lima: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://www.upn.edu.pe/sites/default/files/documentos/codigo-de-etica-para-la-investigacion-cientifica-en-upn.pdf>
- Urián Tinoco, M. A. (2021). *PROPUESTA DE UN MODELO PARA EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CASO ESTUDIO METODOLOGÍA 8 PASOS)*. Bogotá, Colombia: Universidad ECCI-Bogotá. Obtenido de

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2394/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Uzcátegui S, M. (2014). *GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA DEL PROCESO DE CARGA Y TRANSPORTE DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES ASFALTO ANDES, C.A.* CUBA: MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA. Obtenido de [http://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1843/Uzc%C3%A1tegui S.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1843/Uzc%C3%A1tegui%20S.pdf?sequence=1&isAllowed=y)





### ANEXO N°3

REGISTRO DE AVERIAS				
El presente documento es para llevar el control de averías que presenta el montacarga Caterpillar GP30NM				
Fecha de avería	hora de la avería	Hora de restablecimiento	Fecha de restablecimiento	Motivo de la avería



**ANEXO N°6**

<b>REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>				
Nombre de la empresa				
Responsable del trabajo				
Dirección		teléfono de contacto		
Email de la empresa		Email del contacto		
<b>DESCRIPCIÓN GENERICA</b>				
MARCA	DESCRIPCIÓN	N° DE SERIE	MODELO	CONDICIONES TÉCNICAS
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>FUNCIONAMIENTO</b>				
_____ Nombre y firma de la empresa			_____ Nombre y firma del cliente	

**ANEXO N°7**

<b>ORDEN DE TRABAJO</b>	
PRIORIDAD REQUERIDO POR: EQUIPO UBICACIÓN	ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/> APROBADO POR _____ FECHA _____
RECOMENDACIONES DE TRABAJO	
OCURRENCIAS	
MANTENIMIENTO PRVENTIVO PROFRAMADO	<input type="text"/>
INCIDENCIA DE ULTIMA HORA	<input type="text"/>
<b>OBSERVACIONES</b>	
Supervisor	<input type="text"/>
Ejecutante	<input type="text"/>
Inicio de mantenimiento	<input type="text"/>
termino de mantenimiento	<input type="text"/>