



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA FLOTA DE CARGADORES FRONTALES MODELO 966-G DE LA EMPRESA AUTOCENTRO CAJAMARCA S.R.L”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

Autor:

Bach. Ever Eli Valderrama Izquierdo

Asesor:

Ing. MCs. Luis Roberto Quispe Vásquez

Cajamarca - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, quienes incondicionalmente me apoyaron y motivaron a seguir adelante durante toda mi formación profesional.

A mi esposa y mi hija por convertirse en un gran motivo para seguir adelante y convertirme en un profesional y lograr mis metas, muchas gracias por el ejemplo y la motivación constante.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, salud y la oportunidad de prepararme para el futuro. A mis padres por creer en mí y en mis capacidades. A mis hermanos por apoyarme y respaldarme en cada cosa que necesité mientras estudiaba. A mi esposa y mi hija por ser fuente de motivación inagotable día a día.

A mi asesor Ing. MCs. Luis Roberto Quispe Vásquez por su apoyo metodológico para hacer realidad este trabajo de investigación.

A la empresa Autocentro Cajamarca SRL Por su colaboración con la información para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática .....	9
1.2. Formulación del problema .....	11
1.3. Objetivos.....	11
1.4. Hipótesis .....	12
1.5. Matriz de operacionalización .....	12
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
2.1. Tipo de investigación .....	13
2.2. Unidad de análisis.....	13
2.3. Materiales, instrumentos y métodos .....	13
2.3. Procedimiento.....	16
2.5. Aspectos éticos .....	17
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Diagnóstico actual del mantenimiento de los cargadores frontales.....	18
3.2. Diseño del plan de mantenimiento de los cargadores frontales CAT modelo 966G.....	33
3.3. Evaluación de las posibles mejoras en la disponibilidad de los equipos luego del diseño.....	48
3.4. Análisis económico del plan de mantenimiento en la empresa Autocentro .....	52
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
4.1 Discusión .....	56
4.2 Conclusiones.....	58
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>
ANEXO n.º 1. Reporte de fallas .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Instrumentos de investigación .....	14
Tabla 2 Cronograma de mantenimiento 2019. ....	24
Tabla 3 Plan de cumplimiento de capacitación. ....	25
Tabla 4 Resumen de los reportes de fallas.....	30
Tabla 5 Responsabilidades del personal de mantenimiento. ....	34
Tabla 6 Plan de mantenimiento preventivo para el cargador frontal. ....	65
Tabla 7 Tabla de tareas de mantenimiento. ....	40
Tabla 8 Filtros y lubricantes para el cargador frontal.....	41
Tabla 9 Tipos de mantenimientos realizados según la frecuencia. ....	42
Tabla 10 Tipos de mantenimiento realizado según el horómetro. ....	43
Tabla 11 Filtros y lubricantes para el mantenimiento preventivo del cargador frontal Caterpillar .....	44
Tabla 12 Programa de mantenimiento preventivo.....	45
Tabla 13 Análisis teórico del impacto en la utilidad de la empresa.....	48
Tabla 14 Comparativo teórico de disponibilidad.....	49
Tabla 15 Resumen de los indicadores actuales.....	50
Tabla 16 Mejora de la disponibilidad. ....	50
Tabla 17 Costos de mantenimiento preventivo. ....	52
Tabla 18 Ahorro con mantenimiento preventivo.....	54
Tabla 19 Costos de inversión para mantenimiento preventivo.....	54
Tabla 20 Flujo de caja. ....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Ishikawa.....	14
Figura 2: Diseño del plan de mantenimiento. ....	15
Figura 3. Partes del cargador frontal CAT966G. ....	19
Figura 4. Cargador frontal CAT966G de la empresa Autocentro.....	20
Figura 5. Problemas con mayor impacto en los equipos. ....	20
Figura 6. Diagrama de Ishikawa en los equipos.....	22
Figura 7. Compra de pocas cantidades de materiales de marca CAT. ....	27
Figura 8. Evaluación de equipo por maniobras inadecuadas. ....	28
Figura 9. Diagrama de Pareto de las causas de la baja disponibilidad mecánica.....	29
Figura 10. Disponibilidad mecánica actual de los equipos.....	31
Figura 11. Equipo esperando reparación.....	31
Figura 12. Equipo esperando reparación.....	33
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo.....	37
Figura 14. Capacitaciones diarias al personal.....	47
Figura 15. Capacitación a los trabajadores de la empresa. ....	48
Figura 16. Mejora de la disponibilidad de los CAT 966G de la empresa.....	51

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Disponibilidad .....	30
Ecuación 2. Utilización .....	32
Ecuación 3. Porcentaje de operatividad .....	32
Ecuación 4. Reparaciones reprogramadas .....	32

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue diseñar un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de los equipos CAT modelo 966-G (cargador frontal) de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L, para ello se ha establecido objetivos específicos que fueron realizar el diagnóstico actual del mantenimiento, diseñar el plan de mantenimiento, evaluar las posibles mejoras en la disponibilidad de los equipos luego del diseño y realizar el análisis económico del plan de mantenimiento. La investigación fue aplicada, cuantitativo, porque solo se limitó a describir la realidad tal y como se encuentra, correlacional y no experimental. La población fue igual a la muestra 8 cargadores frontales. El diagnóstico de la situación determina que el problema principal que afecta a los equipos CAT 966G es la baja disponibilidad que es 68% estando por debajo del target establecido por la empresa que es 90%. El plan de mantenimiento de los equipos CAT 966G consiste en la elaboración de políticas, diagrama de flujo del proceso, ficha de mantenimiento preventivo, programación de mantenimientos, diagrama de aplicación de mantenimientos, informe técnico de mantenimientos y plan de capacitaciones. Con el plan de mantenimiento la disponibilidad se incrementa a 81%. El estudio es viable, ya que tiene un TIR de 153%, un VAN de 99,380.91 soles y una relación Beneficio/Costo 2.0 soles.

**Palabras clave:** plan de mantenimiento, disponibilidad, MTTR, MTBF.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, es común escuchar que todas las empresas están en una constante búsqueda por hacer sus procesos más eficientes (Martínez, 2020). Las empresas necesitan adquirir ventajas competitivas, que ubiquen a la empresa en mejores condiciones que la competencia y con ello atraer mayor cantidad de clientes.

La gestión de mantenimientos para empresas que utilizan maquinarias, es muy importante. Si una empresa no cuenta con una gestión de mantenimiento adecuada, ocasionan muchas pérdidas por motivos de inoperatividad de los equipos. Si los procesos dependen de los equipos es mejor prevenir antes que reparar afirman (Bravo & Castro, 2014). Por tal motivo, (Tuesta, 2014) Manifiesta que se debe poner énfasis en la prevención, sin dejar de lado la corrección y con ello se reducen los tiempos de mantenimiento desde la prevención. Las fallas no deben ocurrir, deben ser reparadas antes de que ocurran complementa (Barrientos, 2017). Por otra parte, el mantenimiento es un conjunto de actividades que conlleva a que las instalaciones y máquinas tengan una mayor vida útil, lo que permite una mayor ganancia del activo conforme a su tiempo de operatividad (Suárez, 2015).

Valdivia (2012) en su tesis: “*Gestión de mantenimiento y reparación de equipo pesado en la construcción de carreteras*”, sigue los procedimientos de seguridad aprobados mediante un Procedimiento Operativo Estandarizado (POE) de mantenimiento y utiliza las inspecciones preventivas, se implantó un formato de control de equipos antes de iniciar la jornada de trabajo. El área de mantenimiento diariamente levanta las observaciones de los equipos al realizar los trabajos preventivos y correctivos respectivos.

Por otra parte, Buelvas y Martínez (2014) en su tesis: “*Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Empresa L&L*”, determina que el personal de servicio técnico debe mejorar su entrenamiento en sistemas de inyección electrónica. La obtención de los repuestos debe mejorar la anticipación del pedido a los proveedores, con lo que se mejorará la mantenibilidad de los equipos.

En Perú, las empresas que cuentan con equipos de movimiento de tierras tienen deficiencias operacionales, por ello Araujo y Romero (2016) proponen un plan de mantenimiento de los volquetes en el área de operaciones – movimiento de tierras de la empresa el imperio SRL; en dicho estudio la disponibilidad inicial es 83% en el volquete volvo, mediante la aplicación de estrategias como el estudio de tiempos y un análisis situacional que se incrementa a 96%.

La empresa Autocentro Cajamarca S.R.L., cuenta con equipos de línea amarilla en una unidad minera del norte del país, entre ellos los cargadores frontales, prestando sus servicios de movimiento de tierras y trabajos mineros en general. Actualmente se cuenta con 8 máquinas, tales como: cargadores frontales, minicargadores y montacargas, para lo cual no cuenta con ningún tipo de mantenimiento, pero cuenta con algunos registros básicos de mantenimiento correctivo y preventivo para la ejecución de los diferentes trabajos, para nuestro estudio nos centraremos en los equipos CAT modelo 966 G de la empresa, porque representan la mayor inversión para la empresa, el cual al no contar con un plan de mantenimiento planificado de acuerdo a las condiciones actuales de operación de la maquinaria pesada, surgen problemas de paralización en plena producción, esto según reporte de fallas de acuerdo al supervisor de operaciones. Es así que en el periodo 2019, se perdieron 580 horas perdidas, por fallas inesperadas; es decir, con una pérdida anual de 87 000.00 soles/año. Basándose

en estos antecedentes la maquinaria de la empresa se encuentra con una baja disponibilidad, para efectuar un determinado trabajo, logrando valores por debajo del target establecido por la empresa que es 90%.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento permite incrementar la disponibilidad de una flota de cargadores frontales modelo 966-G de la empresa Autocentro Cajamarca SRL?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de una flota de cargadores frontales modelo 966-G de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico actual del mantenimiento de los cargadores frontales de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L.
- Diseñar el plan de mantenimiento de los cargadores frontales CAT modelo 966-G, de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L.
- Evaluar las posibles mejoras en la disponibilidad de los equipos luego del diseño.
- Realizar el análisis económico del plan de mantenimiento en la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L.

#### 1.4. Hipótesis

El diseño de un plan de mantenimiento incrementará la disponibilidad de una flota de cargadores frontales modelo 966-G de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L.

#### 1.5. Matriz de operacionalización

Tabla 1  
*Operacionalización de las variables de investigación.*

VARIABLE(S) (X):	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Independiente</b>			
Plan de mantenimiento	Conjunto de tareas preventivas a realizar en equipos con el fin de cumplir los objetivos de disponibilidad, de fiabilidad y de costo con la finalidad de aumentar al máximo posible la vida útil de un equipo (Barrientos, 2017).	Política de mantenimiento	Existencia de políticas de mtto
		Objetivos del plan de mantenimiento	Porcentaje de operatividad de los equipos Porcentaje de reparaciones no programadas
		Procedimientos de mantenimiento	Existencia de procedimientos de mtto
		Utilización del equipo	Porcentaje de utilización del equipo
<b>f(X): Dependiente</b>			
Disponibilidad.	Es el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y operatividad (Tuesta, 2014).	Tiempo de reparación	$MTTR = \frac{\text{Nro. De horas de mttos. programados}}{\text{Tiempo medio de reparación}}$
		Mejora de la fiabilidad del equipo	$MTBF = \frac{\text{Tiempo parado por avería}}{\text{Nro de paradas}}$ $D = \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo inactividad}}{\text{Nro de paradas}}$ $\text{Disponibilidad mecánica } D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La investigación de acuerdo al fin que se persigue fue aplicada porque los conocimientos que se obtendrán sobre mantenimiento, tendrán una aplicación práctica inmediata (Oblitas, 2018).

Atendiendo al diseño de contrastación fue descriptivo-cuantitativo, porque solo se limitará a describir la realidad tal y como se encuentra.

Y por el grado de su relación de variables la investigación fue correlacional entre las variables gestión de mantenimiento y disponibilidad, además, el diseño de investigación utilizado fue un diseño de tipo no experimental, ya que el investigador no manipuló deliberadamente ninguna variable, solamente se observaron y describieron tal y conforme se presentaron (Oblitas, 2018).

### **2.2. Unidad de análisis**

Para el presente estudio la población fue igual a la muestra por ser pequeña (Hernández Sampieri, 2016), en nuestro caso se trata de 8 cargadores frontales.

### **2.3. Materiales, instrumentos y métodos**

#### **2.2.1. Materiales**

- Histórico de reportes en correos
- Órdenes de trabajo
- Cuadernos de reporte
- Equipos CAT 966G

### 2.2.2. Instrumentos

En esta investigación, se definieron los instrumentos que se utilizaron considerando los objetivos específicos y las técnicas, tal como se muestra en la tabla 1 (Oblitas, 2018).

**Tabla 1**  
*Instrumentos de investigación.*

Objetivo específico	Indicador	Técnica	Instrumento	Fuente de la técnica
Realizar el diagnóstico actual del mantenimiento de los cargadores frontales de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L.	Disponibilidad actual de los equipos	Observación. Reporte de Fallas. Entrevistas.	✓ Guía de observación ✓ Ficha resumen de reportes	Fichas de observación, cuadernos de reportes.

### 2.2.3. Métodos

#### a. Análisis de Ishikawa

Se identificaron las causas que originan el problema, este análisis consiste en representar gráficamente que muestra las causas y los sobretiempos en la ejecución. A través de este diagrama se enumeraron acciones correctivas para reducir el impacto de este problema. El esquema Ishikawa se muestra en la Figura 1.

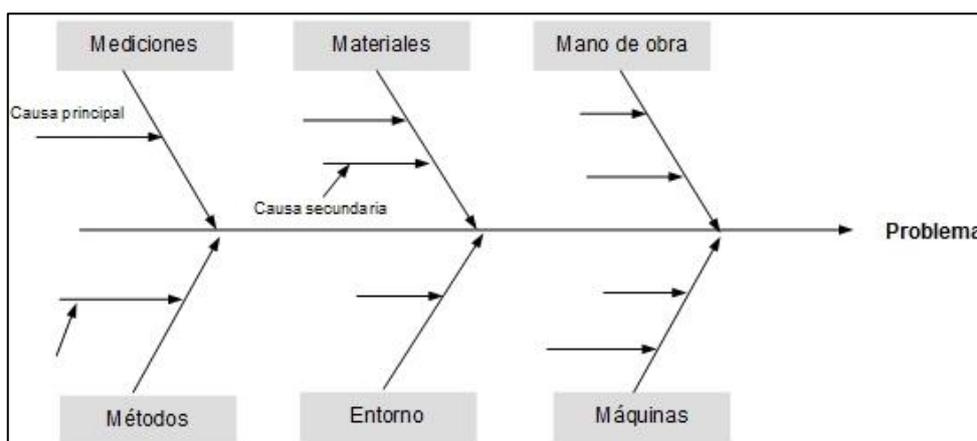


Figura 1. Esquema Ishikawa.

### b. Método de Mantenimiento

Esta metodología consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” en equipos.

Con la implementación de este mantenimiento se busca erradicar los problemas de los equipos de producción con acciones que priorizan en la eliminación de fallos en el proceso, eliminación de averías, aplicando la mejora continua, realización de acciones para evitar fallos recurrentes y utilizar la información extraída de cada diagnóstico.

### c. Diseño del plan de mantenimiento

Considerando como mejora al plan de mantenimiento, se diseñó los elementos de mejora siguiendo la secuencia de la figura 2.

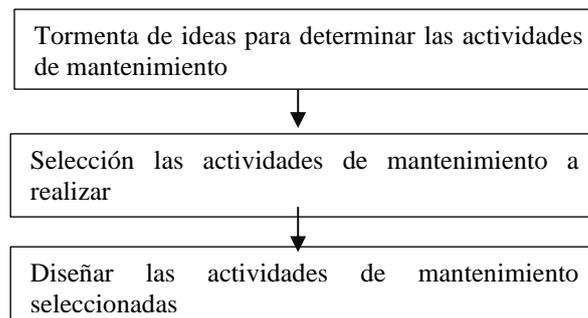


Figura 2: Diseño del plan de mantenimiento.

### d. Identificación de la mejora

Se volvieron a medir los tiempos de ejecución después de diseñarse el plan de mantenimiento y se identificó el incremento de la disponibilidad mediante la tabla siguiente:

Tareas	Disponibilidad antes de la mejora	Disponibilidad después de la mejora	Incremento de la disponibilidad

### 2.3. Procedimiento

Procedimiento de recojo de datos

#### **Para entrevista:**

##### Preparación de la entrevista:

- El investigador definió a quienes entrevistar tomando en cuenta su cargo, indicando sus funciones en el área de equipos, en este caso fue el supervisor del área de equipos.
- La entrevista se duró 15 minutos.
- El lugar donde se realizó la entrevista fue en la oficina del supervisor del área.

##### Secuencia de la entrevista

- Elaboración: se diseñaron las preguntas que se realizaron.
- Documentación: se escribieron los resultados.
- Verificación: se indicó al entrevistado las respuestas que nos dieron.
- Documentación: se archivaron los resultados de las entrevistas para su análisis posterior.

#### **Para análisis de documentos**

##### Objetivo:

Se elaboró un proceso de interpretación y análisis de la información de los estudios para luego sintetizarlo.

##### Procedimiento:

- Se preparó el análisis de documentos.
- Se seleccionó partes del documento para representar el contenido.
- Se analizó los contenidos de los documentos.
- Se ordenó o dispuso el contenido.

### Secuencia del análisis de documentos

- Se estudió la información que se va a tomar.
- Se interpretó a detalle para dar elaborar la tesis.
- Se transformó el análisis teórico en la tesis.

### **2.5. Aspectos éticos**

En la investigación se protegió la identidad de cada uno de los sujetos de estudio y se tomó en cuenta las consideraciones éticas pertinentes como:

- Confidencialidad: La información obtenida no será revelada ni divulgada para otro propósito que no sea académico.
- Consentimiento informado: se solicitó la autorización al supervisor de la empresa, para la realización del estudio y lograr su participación de manera voluntaria.
- Anonimidad: Se guardó la identidad de los trabajadores que intervinieron en esta investigación.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico actual del mantenimiento de los cargadores frontales

El cargador frontal 966G también denominada cargadora, o pala cargadora, pala cargadora frontal, es un equipo tractor, montado en ruedas, que tiene una cuchara de gran tamaño en su extremo frontal; los cargadores son equipos de carga, acarreo y eventualmente de excavación en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo en distancias cortas el cual no debe exceder los 150 mts. La empresa Autocentro cuenta con estos equipos.

El cual consta de sus principales componentes:

- Cabina
- Motor
- Contrapesos
- Diferencial posterior
- Transmisión
- Diferencial delantero
- Cucharón
- Varillas de inclinación del cucharón

Tiene las siguientes especificaciones:

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| - Peso                      | 23.5 t             |
| - Neumáticos estándar       | 26.5-25            |
| - Ancho cuchara             | 3.22 m             |
| - Capacidad de la pala min. | 3.5 m <sup>3</sup> |
| - Capacidad de la pala máx. | 5.5 m <sup>3</sup> |
| - Tipo de dirección         | KL                 |

- Longitud de transporte 9.03 m
- Anchura transporte 2.97 m
- Altura de transporte 3.55 m
- Altura de vertido máx. 3.18 m
- Radio de torneado exterior 6.63 m
- Potencia de elevación 194.7 kN
- Fabr. del motor Caterpillar
- Modelo de motor 3306 DITA
- Rendimiento de motor 171 kW

Características de la pala:

- Fuerza de arranque 44120 libra.
- Despeje sobre el suelo de descargas a máxima elevación 3100 mm
- Ancho de la pala 3060 mm
- Capacidad de pala colmada 3.3 m<sup>3</sup>.

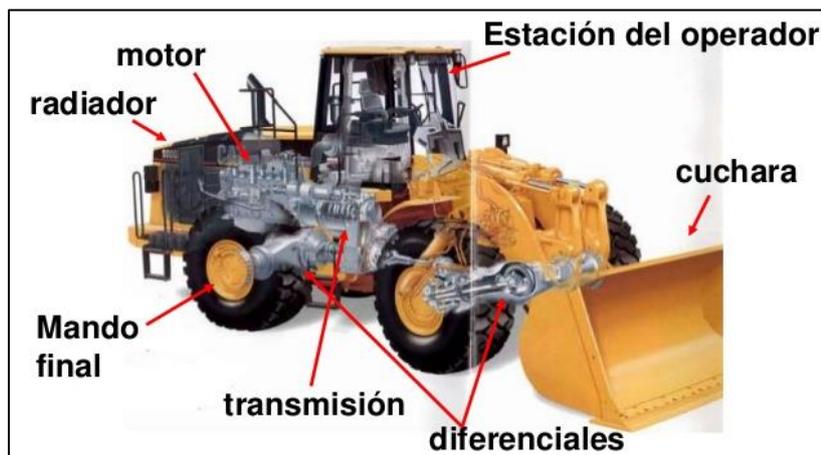


Figura 3. Partes del cargador frontal CAT966G.



Figura 4. Cargador frontal CAT966G de la empresa Autocentro.

### 3.1.1. Problemas presentados

Se han analizado todos los reportes de fallas del 2019 (ver anexo 1), el problema que tiene mayor impacto es la baja disponibilidad mecánica de estos equipos y se encuentran por debajo de los targets establecidos por la empresa, tal como se muestra en la figura 5.

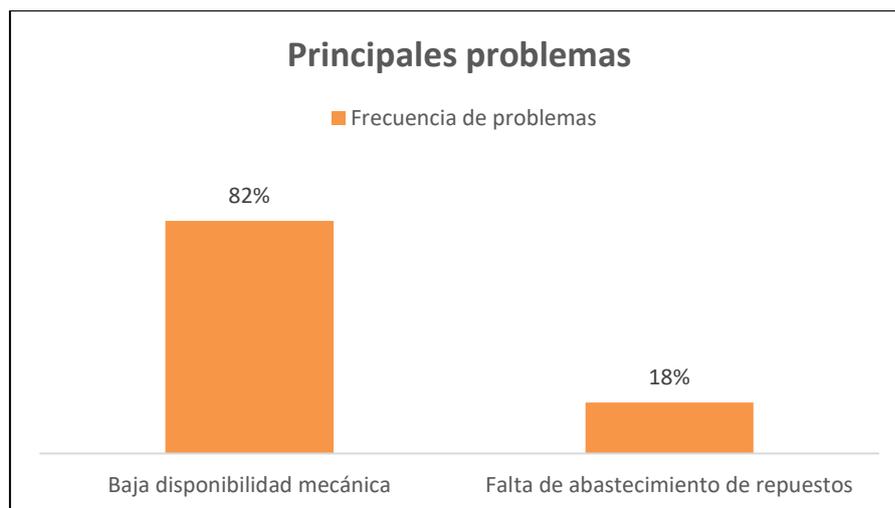


Figura 5. Problemas con mayor impacto en los equipos.

En la figura 5, se presentan dos problemas que ocurren con mayor frecuencia en los equipos durante el año 2019, el 18% de los problemas en estos equipos son por la falta de abastecimiento de repuestos y el 82% de problemas son por la baja disponibilidad mecánica de los equipos.

Así mismo se hizo el análisis de las causas de la baja disponibilidad mecánica mediante el diagrama de Ishikawa.

### **3.1.2. Diagnóstico con Ishikawa**

Para determinar causas de los problemas que afectan la disponibilidad mecánica de los equipos, se utilizó el diagrama de Ishikawa. De acuerdo a los reportes del 2019 se tiene como problema principal la baja disponibilidad mecánica de estos equipos

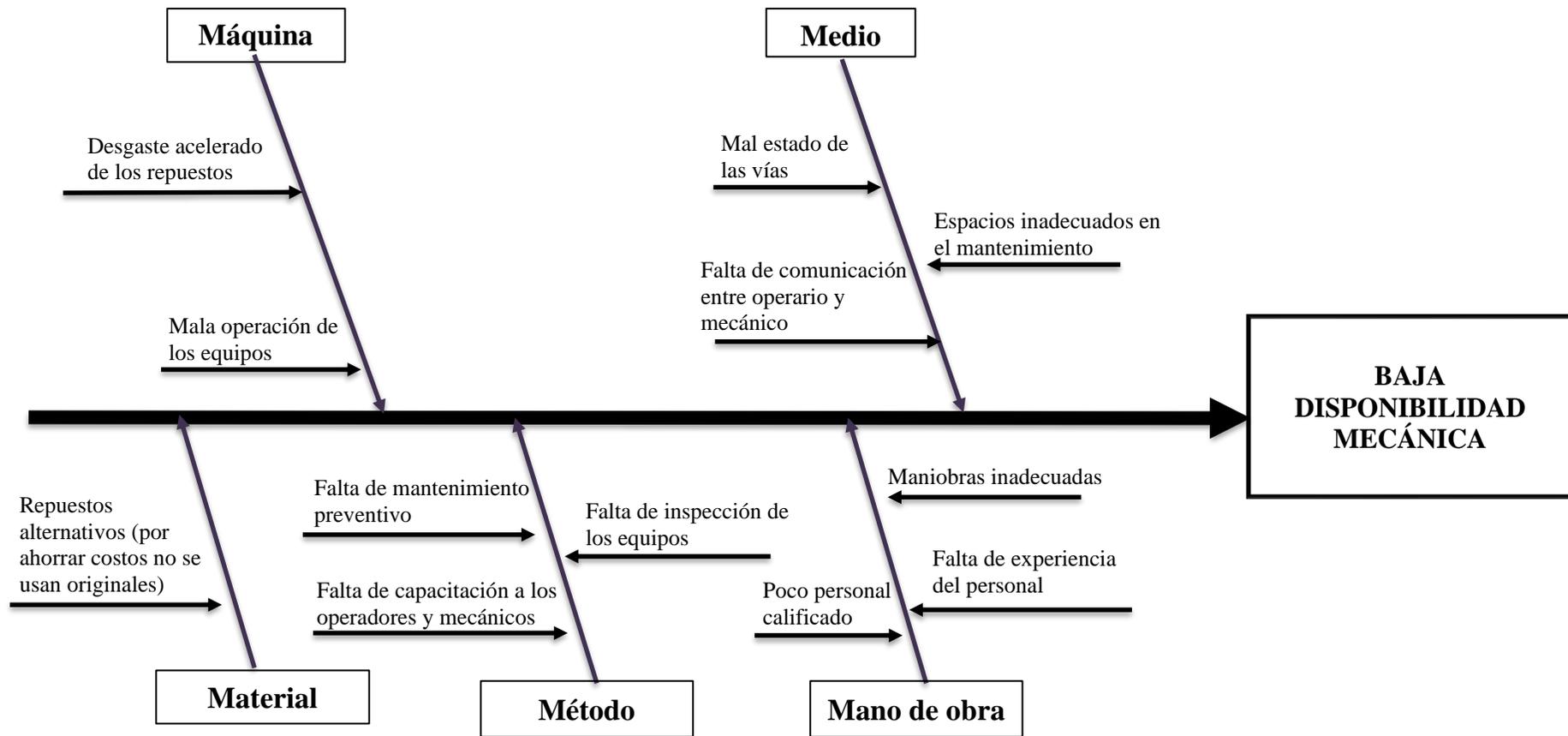


Figura 6. Diagrama de Ishikawa en los equipos.

Se determinaron 5Ms como causas del diagrama de Ishikawa y se detallan a continuación:

**Medio:**

- Mal estado de las vías: en la mina en estudio las vías no se encuentran en buen estado por falta de mantenimiento, esto afecta la operación de los equipos.
- Deficiencias en el mantenimiento: se evidencia que no se cumple con algunas tareas programadas.

**Tabla 2**  
*Cronograma de mantenimiento 2019.*

DATOS DE UNIDAD		AÑO 2019												Operador	Mecánico
CÓDIGO	EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
1011	CARGADOR FRONTAL			ok			ok			ok				Operador 1	Mecánico 1
1018	CARGADOR FRONTAL			ok					ok					Operador 2	Mecánico 2
1112	CARGADOR FRONTAL			ok			ok			ok				Operador 3	Mecánico 1
1114	CARGADOR FRONTAL				ok			ok			ok			Operador 4	Mecánico 2
1117	CARGADOR FRONTAL				ok			ok			ok			Operador 5	Mecánico 1
1200	CARGADOR FRONTAL			ok					ok					Operador 6	Mecánico 2
1314	CARGADOR FRONTAL				ok					ok				Operador 7	Mecánico 2
1315	CARGADOR FRONTAL			ok					ok					Operador 8	Mecánico 1

Tal como se evidencia en la tabla 2, los equipos no cumplen con los mantenimientos programados, siendo el porcentaje de cumplimiento el 62%.

- Falta de comunicación entre operario y mecánico: esta causa, define a un ámbito laboral poco armonioso, y falta de confraternidad entre los trabajadores.

**Máquina:**

- Desgaste acelerado de repuestos: la inadecuada realización del mantenimiento ocasiona que los repuestos se desgasten aceleradamente, por ejemplo, son engrase los palleres se desgastan con mayor rapidez.
- Mala operación de los equipos: la empresa cuenta con 16 operadores de cargadores frontales, los cuales no se encuentran en óptimas condiciones de capacitación tal como lo refleja el plan anual.

**Tabla 3**

*Plan de cumplimiento de capacitación.*

ORD	Cargo	CAPACITACIONES – 2019																												
		Entrenamiento Diario de Seguridad Basada en el Manejo Defensivo	Volante Seguro	Bloqueo y Señalización	Charla de Inducción	Liderazgo y Motivación	Seguridad eléctrica	Prevención de caídas de rocas	Seguridad en la oficina	Elaboración y llenado de APT	Rescate Minero	Prevención y protección	Entrenando al entrenador	Uso adecuado del EPP	Auditorias en seguridad	Trabajos en caliente	Excavaciones y Zanjas	Cuadradores y vigías	Trabajos en espacios	Trabajos en Altura	Legislación en Seguridad	Riesgos en operación de	Primeros Auxilios	Identificación de Peligros y	Protección visual	Protección auditiva	Protección Respiratoria	Apago de Incendio	Capacitación Supervivencia en	
1	Operador de cargador frontal	X		X				X					X																	
2	Operador de cargador frontal	X		X	X					X			X		X		X													
3	Operador de cargador frontal	X		X	X					X			X		X		X													
4	Operador de cargador frontal	X		X	X	X							X		X		X													
5	Operador de cargador frontal	X		X	X					X			X		X		X													
6	Operador de cargador frontal	X			X																									

7	Operador de cargador frontal	X	X X			X	X		
8	Operador de cargador frontal	X	X	X					
9	Operador de cargador frontal	X	X X			X	X		
10	Operador de cargador frontal	X	X X X	X X X		X			
11	Operador de cargador frontal	X							X X X X
12	Operador de cargador frontal	X	X X X		X X	X	X	X X	X X X X X X X X
13	Operador de cargador frontal	X	X X		X	X	X	X	X X
14	Operador de cargador frontal	X	X		X	X			X X
15	Operador de cargador frontal	X	X		X	X			X X
16	Operador de cargador frontal	X	X X X		X X X X X	X			X X

En la tabla 3, se evidencia que algunos operadores no cuentan con las capacitaciones correspondientes para operar adecuadamente los cargadores frontales.

**Material:**

- Repuestos alternativos (por ahorrar costos no se usan originales): Los repuestos que se compran actualmente no son de la misma marca que del fabricante, los cuales tienen menos rendimiento que los originales.



*Figura 7. Compra de pocas cantidades de materiales de marca CAT.*

**Método:**

- Falta de mantenimiento preventivo: la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo actual, excepto el otorgado por el fabricante, el cual no es suficiente.
- Falta de inspección de los equipos: no existe fichas de inspección.
- Falta de capacitación a los operadores y mecánicos: como se vio en el ítem anterior las capacitaciones no se cumplen drásticamente.

**Mano de obra:**

- Poco personal calificado: esto se relaciona con la poca capacitación impartida a los trabajadores.
- Maniobras inadecuadas: por desconocimiento se realizan maniobras inadecuadas.



*Figura 8.* Evaluación de equipo por maniobras inadecuadas.

- Falta de experiencia del personal: se debe replantear la selección de personal, ya que en muchos casos los puestos son asignados por lazos amicales.

### **3.1.3. Diagnóstico con Pareto**

Se realizó el diagrama de Pareto de las 13 causas identificadas en el diagrama de Ishikawa y se determinó los pocos vitales y los muchos triviales, tal como se muestra en la figura 9.

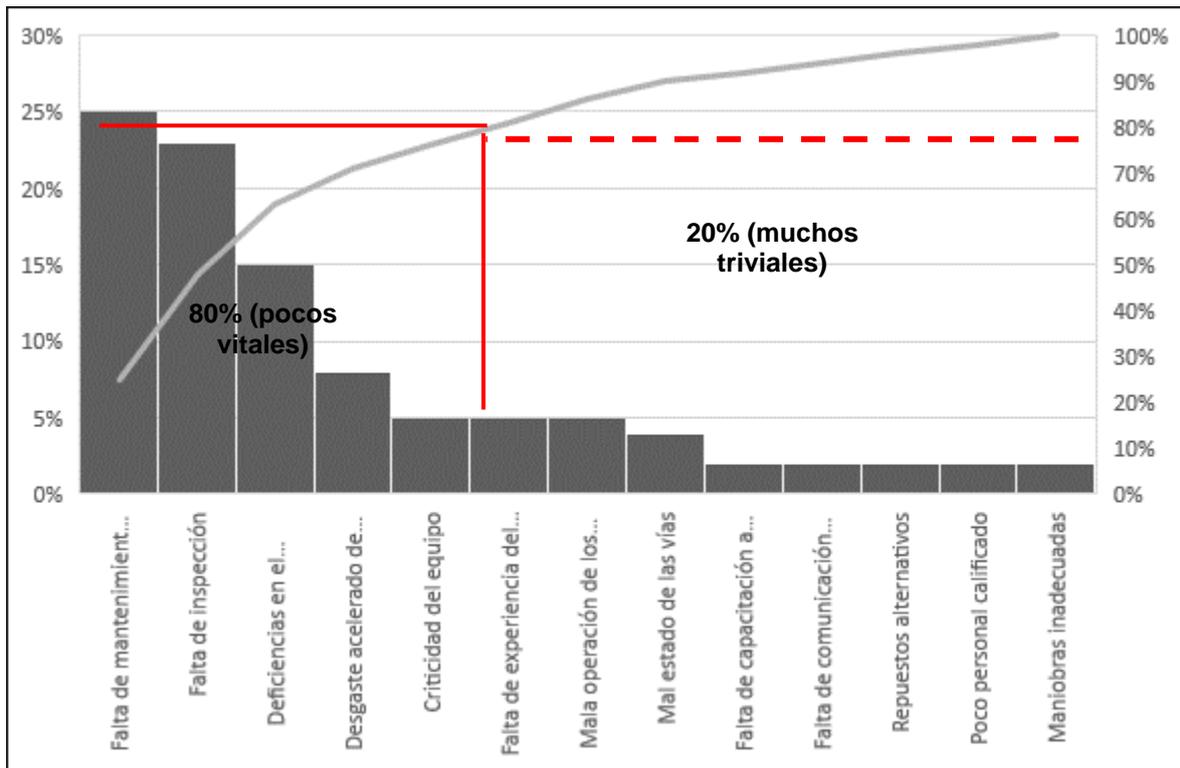


Figura 9. Diagrama de Pareto de las causas de la baja disponibilidad mecánica.

En la figura 9, se evidencia que el 80% que representa los pocos vitales y el 20% de muchos triviales. Dentro de los pocos vitales están las causas de Falta de mantenimiento preventivo (25%), falta de inspección (23%), deficiencias en el mantenimiento (15%), acelerado de los repuestos (8%), criticidad del equipo (5%), falta de experiencia del personal (5%) y dentro de los muchos triviales se tiene a la mala operación de los equipos (5%), mal estado de las vías (4%), falta de capacitación a los operadores y a los mecánicos (2%), repuestos alternativos (2%), poco personal calificado (2%) y maniobras inadecuadas (2%).

#### 3.1.4. Evaluación de la disponibilidad actual de los equipos

La disponibilidad se ha calculado con los datos presentados en el Anexo 1, y se ha resumido en la tabla 4.

**Tabla 4**  
*Resumen de los reportes de fallas.*

N°	Fecha	Semana	Horas de trabajo Programada	Horas de trabajo Real Obtenida	HORAS		Disponibilidad mecánica
					PERDIDAS (POR FALLA O MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO)	Horas de Mantto Preventivo	
			A	B	Total	D	(A - C) / A
1	Desde Julio 2019	1	112	75	35	0	69.00%
2	hasta	2	112	80	35	0	69.00%
3	diciembre del 2019	3	112	41.5	37	8	67.00%
4		4	112	73	38	0	66.00%
5		5	112	80.5	36	8	68.00%
6		6	112	83	39	0	65.00%
7		7	112	68	37	0	67.00%
8		8	112	52	37	8	67.00%
9		9	112	36	35	0	69.00%
10		10	112	51.5	36	0	68.00%
11		11	112	77	36	0	68.00%
12		12	112	61	35	8	69.00%
13		13	112	79.5	36	0	68.00%

La disponibilidad mecánica establecida por el área de mantenimiento de la empresa es de 90%, pero se ve afectada por las fallas que ocurren constantemente.

Para determinar la disponibilidad mecánica de los equipos se utilizó la siguiente ecuación, utilizando los datos de la tabla 7:

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

Utilizando los reportes, se calculó la disponibilidad mecánica de los equipos en el año 2019 y se ha comparado con el target establecido por la empresa (ver figura 8).

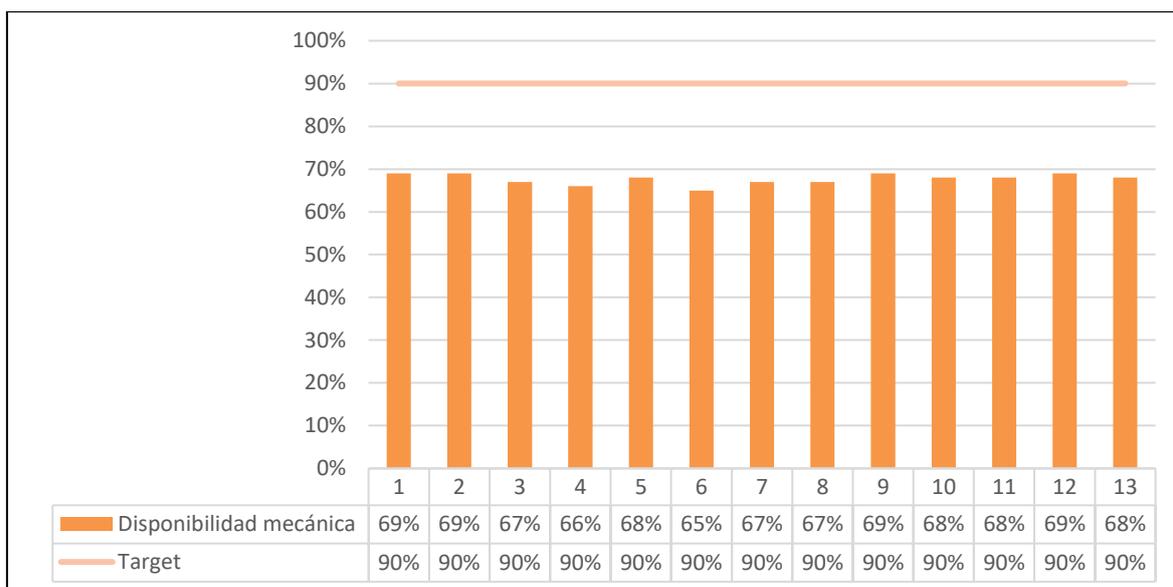


Figura 10. Disponibilidad mecánica actual de los equipos.

En la figura 10, se muestra la disponibilidad mecánica actual de los equipos en el año 2019, en ella se evidencia que en ninguno de los meses se acerca al target del 90%, la disponibilidad promedio es de 68%.



Figura 11. Equipo esperando reparación.

Con los datos de la tabla 4, también se han determinado indicadores de mantenimiento como lo son la utilización, operatividad y reparaciones no programadas.

- Porcentaje de utilización del equipo: se utilizó la formula siguiente:

$$U = \frac{\text{Hrs Trabajadas}}{\text{Hrs disponibles}} * 100 = \frac{66}{112} * 100 = 59\% \quad (2)$$

El promedio de las horas de trabajo real obtenido es 66% desde Julio hasta diciembre del 2019, este resultado se divide con 112 que son horas de trabajo programado, dando como resultado 59%. Por lo tanto, la Utilización se encuentra por debajo del target establecido que es 90%.

- Porcentaje de operatividad de los equipos:

$$Op = \frac{\text{Total máq operativas}}{\text{Total máquinas}} * 100 = \frac{6}{8} * 100 = 75\% \quad (3)$$

La empresa Autocentro cuenta con 8 equipos, de las cuales solo 6 se encuentran operando siendo como resultado el 75%, no alcanza el target establecido por la empresa que es 90%.

- Porcentaje de reparaciones no programadas:

$$Rep. prog = \frac{\text{Reparaciones no programadas}}{\text{Reparaciones totales}} = \frac{21}{41} * 100 = 51\% \quad (4)$$

La meta de la empresa es alcanzar menos del 20% sin embargo, actualmente el porcentaje de reparaciones son programadas es el 51%, debiéndose mejorar este indicador.

### 3.2. Diseño del plan de mantenimiento de los cargadores frontales CAT modelo 966G

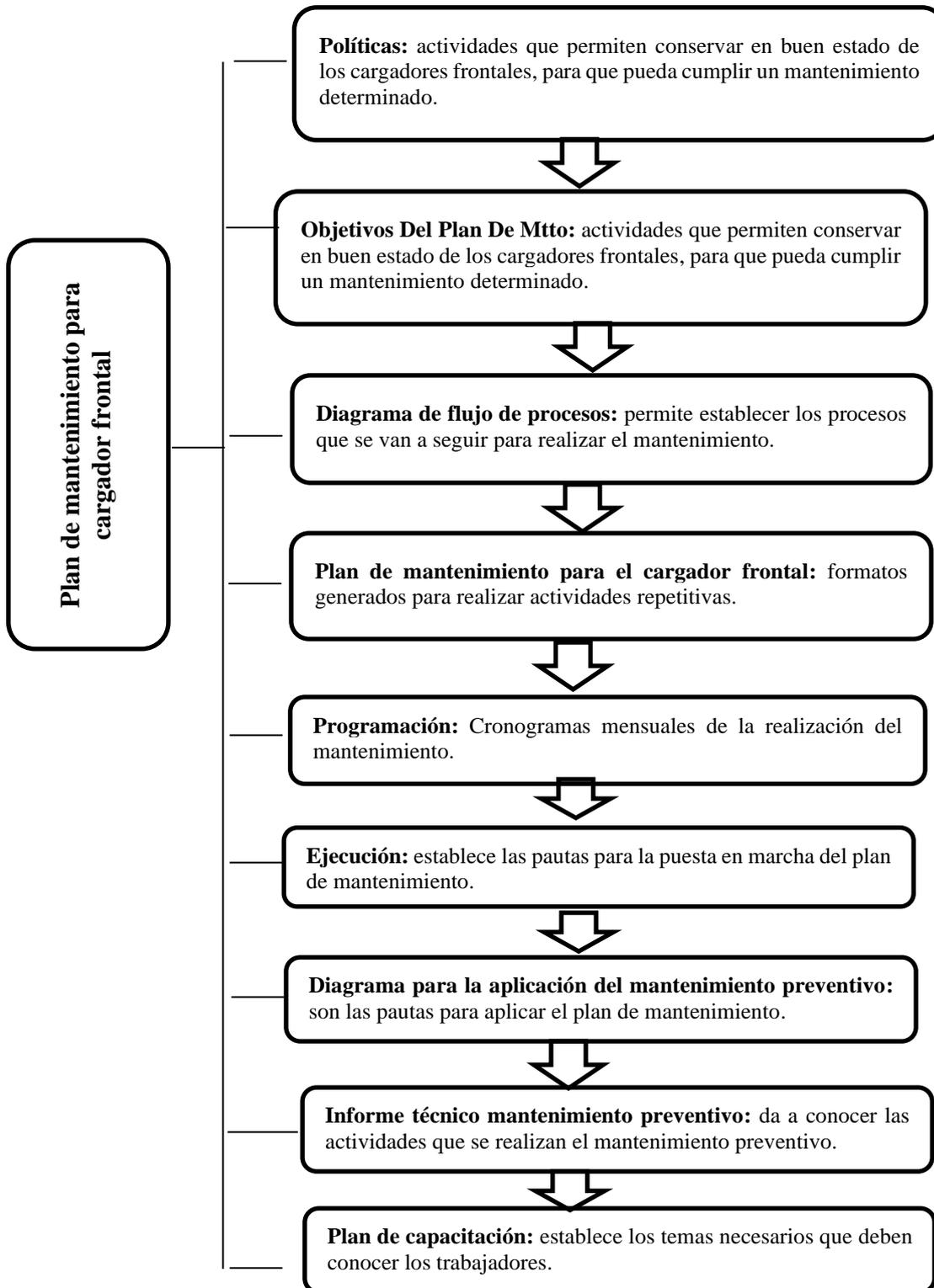


Figura 12. Equipo esperando reparación.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.1. Determinación de la política de mantenimiento

- Objetivo de la política

Establecer claramente los lineamientos y principios que deben seguir todos los integrantes del área de mantenimiento de la empresa Autocentro Cajamarca S.R.L., para conseguir el cumplimiento de los objetivos del plan de mantenimiento.

- Responsabilidades

**Tabla 5**

*Responsabilidades del personal de mantenimiento.*

<b>Responsable</b>	<b>Actividades</b>
Supervisor de operaciones	Asegura los recursos para el cumplimiento de esta política.
Jefe mantenimiento	Aplica, evalúa política y propone mejoras.
Mantenedores	Conocer y aplicar esta política.

- Lineamientos y principios de la política de mantenimiento

- Es convicción de la gerencia de la empresa que:

- Las actividades de mantenimiento tienen por fin agregar valor a las partes interesadas, con sistemas desarrollados que permitan maximizar la utilización de los equipos dentro de un rendimiento óptimo.

- Las actividades de mantenimiento son actividades conocidas y que cumplen con los objetivos, plan y las políticas de seguridad y medioambientales establecidas.

- Asimismo, la gerencia de la empresa se compromete en:

- La mejora continua y la evaluación periódica de los procesos de mantenimiento.

- Garantizar la confiabilidad e integridad de los equipos a través de todo su ciclo de vida con una gestión óptima.
- Trabajar en el desarrollo de la confiabilidad humana, poniendo énfasis en el buen clima laboral y el desarrollo de las competencias y habilidades inherentes a las actividades de su alcance.
- Asegurarse que los facilitadores de las actividades de mantenimiento comprendan esta política y apoyen su cumplimiento.
- Asegurarse que los proveedores de servicios y materiales cumplan esta política.
- Asegurarse que las actividades de mantenimiento están alineadas con la integridad de los equipos.

### **3.2.2. Determinación de los objetivos de mantenimiento**

Este comité ha elaborado los objetivos de mantenimiento, las cuales son:

- Maximizar la disponibilidad de los equipos de la empresa, involucrando la participación de todos los integrantes.
- Lograr equipos de trabajo altamente calificados y tener como resultado trabajos de calidad en el mantenimiento de los equipos.
- Desarrollar personal competente, consiguiendo la máxima identificación de las fallas que afectan la disponibilidad de los equipos.
- Lograr la implicación de todos los trabajadores en las mejoras de la disponibilidad, mediante el plan de mantenimiento.

### **3.2.3. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento propuesto**

Se ha elaborado un diagrama de flujo adecuado para el proceso de mantenimiento preventivo de los equipos, considerando todas las actividades que se realizan (ver figura 13).

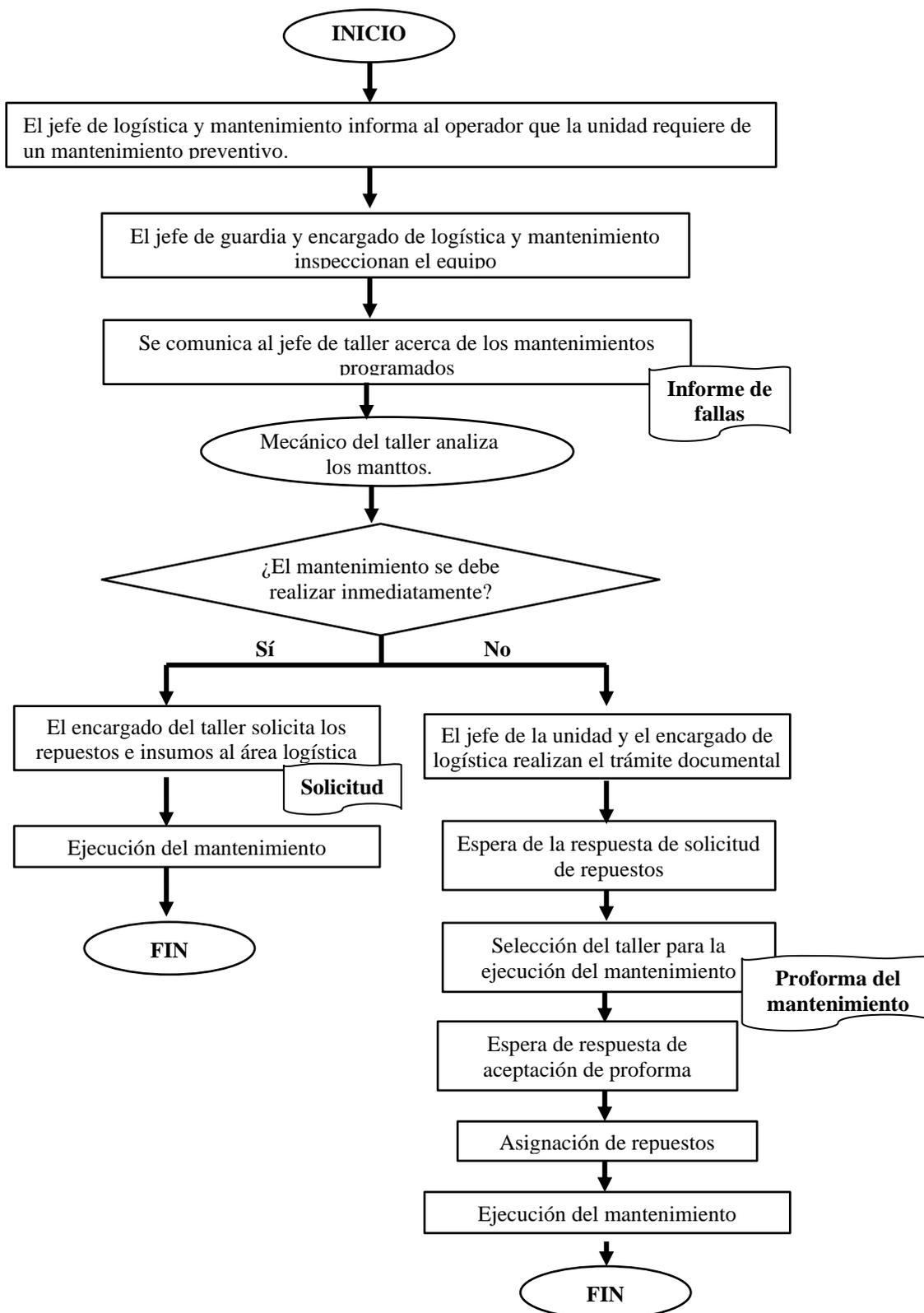


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo.

En la figura 13, se muestra el flujo del proceso de mantenimiento adecuado que debe realizar la empresa Autocentro, que da inicio cuando el jefe de logística y mantenimiento comunican los mantenimientos programados a los operadores, el jefe de unidad acompañado del personal encargado de logística y mantenimiento inspecciona la falla presentada, si no hay unidades de reemplazo y el mantenimiento no es inmediato el equipo sigue operando aunque se exceda del intervalo de mantenimiento establecido, no obstante si el equipo presentara un mantenimiento indispensable se solicita al área de maestranza (almacén) el repuesto o insumos para la ejecución del trabajo; si el reporte es por el mantenimiento de la cual el almacén no cuente con repuestos o insumos en stock el equipo queda varado por largo periodo de tiempo hasta que el personal encargado de logística y mantenimiento realice los trámites correspondientes para la asignación, la compra de los repuestos o insumos, como también el presupuesto monetario para la realización del trabajo.

#### **3.2.4. Plan de mantenimiento para el cargador frontal**

Un plan de mantenimiento preventivo provee una guía detallada de cada tipo de equipo, en este caso el cargador frontal Caterpillar 966-G, descomponiendo la máquina entera en sus diversos sistemas y componentes, es decir, que debe contar con una gama de manuales o catálogos para poderlo realizar (ver anexo 2).

Los registros de la maquinaria deben llevarse fielmente. En todo plan de mantenimiento, debe de producirse un registro consecutivo de todo el trabajo mecánico y de servicio hecho en una máquina o equipo. Estos deben ser

fáciles de llevar, fáciles de leer, y que puedan estar siempre disponibles y al día.

Para poder realizar el análisis de la disponibilidad con el cual se espera probar si influye o no el plan de mantenimiento preventivo se trabajó con los siguientes indicadores:

- Disponibilidad de mano de obra calificada.
- Mantenibilidad.
- Disponibilidad de repuestos.

**a. Disponibilidad de mano de obra calificada**

Equivale a los profesionales que intervienen al equipo como técnicos, ingenieros, capacitados para evaluar al equipo

- B: Bueno: Existen profesionales capacitados.
- R: Regular: Existen profesionales mas no es suficiente.
- D: Deficiente: No existen profesionales capacitados.

**b. Disponibilidad de repuestos**

Se toma en cuenta tanto la facilidad de adquisición como la existencia de repuestos en el almacén.

- A: Alta: Los repuestos se encuentran en almacén.
- M: Media: Los repuestos existen dentro de la región.
- B: Baja: Los repuestos son difíciles de encontrar.

### 3.2.5. Programación

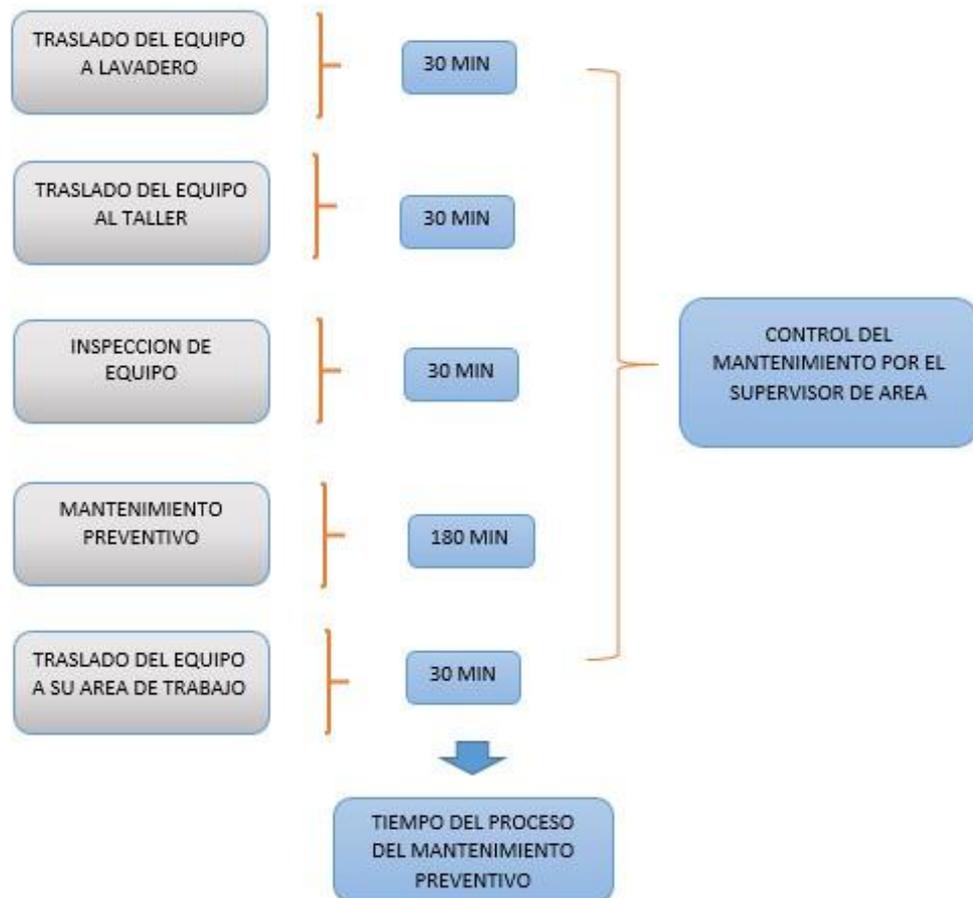
#### a. Programación mensual

Se elabora el siguiente cuadro con las el tiempo de duración de las tareas adicionales de mantenimiento, tomando como base el antecedente teórico de Bravo y Castro (2014):

**Tabla 6**  
*Tabla de tareas de mantenimiento.*

TAREA	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	PERIODO	DURACIÓN	PERFIL DEL PERSONAL
Inspección de la bomba de Aceite, filtros de aceite, motor.	Inspección	Realizar una inspección del estado del aceite y del motor.	1 mes	1 hora	Técnico mecánico encargado.
Revisión de forma adecuada para el Mantenimiento, previsión de posibles fugas.	Mantenimiento preventivo	Realizar una evaluación del estado del aceite	Cada mantenimiento preventivo	1 hora	Técnico mecánico encargado conjuntamente Con el supervisor.
Inspección de fugas en toda la línea hidráulica, inspección de filtros.	Inspección	Realizar una inspección del sistema hidráulico.	1 mes	1 hora	Técnico mecánico encargado.
Inspección y verificación de todo el sistema Hidráulico	Mantenimiento preventivo	Revisión y medición de la presión en la válvula de control.	Cada mantenimiento preventivo	1 hora	Técnico mecánico encargado conjuntamente Con el supervisor.
Supervisión al operador y personal técnico.	Taller de charla	Realizar una charla de capacitación a todo el soporte técnico y operadores.	1 mes	1 hora	Supervisor

### 3.2.6. Diagrama para la aplicación del mantenimiento preventivo



**Tabla 7**  
*Filtros y lubricantes para el cargador frontal*

ITEM	CANTIDAD	UNID MED	DESCRIPCIÓN
1	1	UND	FILTRO DE PETRÓLEO PRIMARIO
2	1	UND	FILTRO DE SEPARADOR DE AGUA
3	1	UND	FILTRO DE ACEITE MOTOR
4	1	UND	FILTRO HIDRÁULICO
5	1	UND	FILTRO DE ACEITE TRANSMISIÓN
6	1	UND	FILTRO DE AIRE PRIMARIO
7	1	UND	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO
8	10	GLN	ACEITE MOTOR PETROLERO
9	20	GLN	ACEITE TRANSMISIÓN – CONVERTIDOR
10	20	GLN	ACEITE PARA DIFERENCIAL
11	45	GLN	ACEITE HIDRÁULICO
12	10	GLN	REFRIGERANTE

Según las especificaciones del fabricante Caterpillar (manual del equipo) se elaboran las siguientes tablas:

**Tabla 8**

*Tipos de mantenimientos realizados según la frecuencia.*

TIPO DE MTO	FRECUENCIA	CONTENIDO
PM1	250	Cambio de aceite de motor, cambio de filtros de aceite de motor, cambio de filtros de petróleo, cambio de filtros de aire.
PM2	500	PM1, cambio de filtros hidráulicos, cambio de filtros de transmisión.
PM3	1000	PM1+PM2, cambio de aceite de transmisión, cambio de aceite de diferencial, cambio de aceite de tornamesa.

Las tareas a realizarse en cada tipo de mantenimiento planteado serán las siguientes:

**a. PM1 (250 H-M)**

- Filtro de aceite
- Filtro de combustible primario.
- Filtro de combustible secundario.
- Filtro separador de agua.
- Aceite motor.
- Lavado y engrase.

**b. PM2 (500 H-M)**

- Filtro de aceite motor.
- Filtro de combustible primario.
- Filtro de combustible secundario.
- Filtro separador de agua.
- Filtro de aire primario.

- Filtro de aire secundario.
- Aceite de motor.
- Lavado y engrase.

**c. PM3 (1000 H-M)**

- Filtro de aceite motor
- Filtro de combustible primario
- Filtro de combustible secundario
- Filtro separador de agua
- Filtro de aire primario
- Filtro de aire secundario
- Filtro de transmisión
- Filtro hidráulico
- Aceite de motor
- Aceite de transmisión
- Aceite hidráulico
- Líquido refrigerante
- Afinamiento de motor
- Lavado de tanque de combustible
- Lavado y engrase

**Tabla 9**

*Tipos de mantenimiento realizado según el horómetro.*

HORÓMETRO	TIPO DE MTTO
250	PM1
500	PM1+PM2
750	PM1
1000	PM1+PM2+PM3
1250	PM1

1500	PM1+PM2
1750	PM1

**Tabla 10**

*Filtros y lubricantes para el mantenimiento preventivo del cargador frontal Caterpillar*

ITEM	CANT.	UNID MED	DESCRIPCIÓN	PERIODO DE MANTENIMIENTO		
				PM1 (250 H- M)	PM2 (500 H- M)	PM3 (1000 H- M)
1	1	UND	FILTRO DE PETRÓLEO PRIMARIO	X	X	X
2	1	UND	FILTRO DE SEPARADOR DE AGUA	X	X	X
3	1	UND	FILTRO DE ACEITE	X	X	X
4	1	UND	FILTRO HIDRÁULICO			X
5	1	UND	FILTRO DE ACEITE TRANSMISIÓN			X
6	1	UND	FILTRO DE AIRE PRIMARIO		X	X
7	1	UND	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		X	X
8	10	GLN	ACEITE MOTOR PETROLERO	X	X	X
9	20	GLN	ACEITE TRANSMISIÓN – CONVERTIDOR			X
10	20	GLN	ACEITE PARA DIFERENCIAL			X
11	45	GLN	ACEITE HIDRÁULICO			X
12	10	GLN	REFRIGERANTE			X

### 3.2.7. Ejecución

Las tareas programadas, así como el registro del cargador frontal Caterpillar 966-G serán de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 11**  
*Programa de mantenimiento preventivo.*

Clase	Marca y Modelo	ASIGNADO A	SERV. 01		SERV. 02		SERV. 03		SERV. 04		SERV. 05		SERV. 06														
			ENERO	TIPO	FEBRE	TIPO	MARZO	TIPO	ABRIL	TIPO	MAYO	TIPO	JUNIO	TIPO	JULIO	TIPO	AGOSTO	TIPO	SETIEM	TIPO	OCTUB	TIPO	NOVIEM	TIPO	DICIEM	TIPO	
CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR 966-C	GSPL- RELLENO SANITARIO			X	PM1																					
							X	PM2																			
									X	PM1																	
											X	PM3															
												X	PM2														
														X	PM1												

### 3.2.8. Informe técnico de mantenimiento preventivo

Este informe consta de la siguiente ficha, con ello se controlará la realización del mantenimiento:



Compartimos la misma pasión

AUTOCENTRO CAJAMARCA S.R.L.  
RUC. 20453704611  
Vía de Evitamiento Norte # 308 Urb. El Bosque - Cajamarca  
Telf.: 076 366364 anexo 30

### INFORME TÉCNICO

EQUIPO:	FECHA:	CÓDIGO GFLC:									
MODELO/SERIE:	HOROMETRO:										
RESPONSABLE EN OBRA:	CLIENTE:										
LUGAR DE TRABAJO / ÁREA:	OBRA:										
DIAGNÓSTICO TÉCNICO:	Entrega técnica ( )	Inspección o Visita ( )									
	Mantto Correctivo ( )	Otros ( )									
<b>MOTOR:</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>PE</b>	<b>NA</b>	<b>SISTEMAS HIDRÁULICOS</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>PE</b>	<b>NA</b>
Funcionamiento de motor						Estado de pines y articulación de cilindros hidráulicos					
Estado de fajas						Estado de manguera y acoples hidráulicos					
Estado de mangueras de admisión						Bomba hidráulica					
Estado de mangueras y cañerías de combustible						Mandos					

Medidor del nivel de combustible					Caja de válvulas y/o paquete						
Estado de mangueras de aceite					Nivel de aceite hidráulico						
Nivel de aceite					Nivel de aceite de la caja de transferencia						
Ventilador					Nivel de aceite de la caja de diferencia						
Enfriador de aceite y refrigerante					Nivel de aceite de los ejes de ruedas						
Eficiencia de arranque					Nivel de aceite de cadenas						
No presenta fugas de agua					No presenta fugas de aceite hidráulico						
No presenta fugas de aceite					No presenta sonidos anormales						
No presenta fugas de combustible					<b>IMPLEMENTOS DE CONSUMO</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>PE</b>	<b>NA</b>	
No presenta fugas de escape					Estado de lampón						
Tipo de humo de escape					Estado de cuchillas y Cantoneras						
No presenta sonidos anormales					Estado de bocinas y puntas						
<b>SISTEMAS ELÉCTRICO</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>PE</b>	<b>NA</b>	Estado de uñas					
Baterías						Estado llantas					
Luces, alarma de retroceso, etc.						Estado de Mástil					
Instrumentos de medición											
Módulo de control						<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>PE</b>	<b>NA</b>
Cable de fuerza						Calidad de abastecimiento de combustible					
tarjeta, ECM, ECU,						Condiciones de ambiente					
Arrancador y Alternador						Condiciones de terreno					
<b>SISTEMAS NEUMÁTICOS</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>PE</b>	<b>NA</b>	Protección del equipo					
Mangueras y acoples						Altitud m.,s,n,m					
Estado de válvulas						Operador calificado					
No presenta fugas de aire											
Reporte de falla (día y hora)						<b>CONDICIONES:</b> <b>Bueno = B</b> <b>Malo = M</b> <b>Falta = F</b>	<b>Por evaluar = PE</b> <b>No aplica = NA</b>				
Días inoperativos (día y hora)											
Motivo de falla: Mala operación ( )Otros ( )											
<b>OBSERVACIONES:</b>											
<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>											

REPUESTOS USADOS EN CAMPO										
Cant.	Guía/Fact./N. Parte	Descripción	Cant.	Guía/Fact./N. Parte	Descripción					
DATOS DE FUNCIONAMIENTO										
RPM	P. de aceite M.	Temp. Motor.	V.C.C Alter.	V.C.A Gen	Amperaje	HZ	F.P.	Tem. Hidrául.	P. de aire	Trabj. Horas
COMENTARIOS										
RESPONSABLE AUTOCENTRO CAJAMARCA (Firma y Nombre)						RESPONSABLE CLIENTE (Firma y Nombre)				

### 3.2.9. Plan de capacitación

Se ha programado las capacitaciones durante un año en los ítems concernientes a seguridad y mantenimiento (ver anexo 3).



Figura 14. Capacitaciones diarias al personal.



Figura 15. Capacitación a los trabajadores de la empresa.

### 3.3. Evaluación de las posibles mejoras en la disponibilidad de los equipos luego del diseño

Se evalúa la mejora de acuerdo a los estudios analizados, que determinan el impacto del plan de mantenimiento en la disponibilidad de los cargadores frontales, para ello se utilizó la tabla 13.

Tabla 12  
*Análisis teórico del impacto en la utilidad de la empresa.*

<b>Diseño</b>	<b>Teoría</b>	<b>Impacto en la Disponibilidad</b>
Mantenimiento Preventivo	Considerando los estudios de Julca, (2017), Lizardo, (2015) indican que el mantenimiento preventivo, brinda una orientación práctica en el cuidado de los equipos. Martínez (2013) afirma que el mantenimiento preventivo destaca detalladamente cada actividad de mantenimiento de los equipos implicados, cuidando al equipo antes de que falle, incluyendo la inspección diaria por parte del	Con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se logrará reducir las fallas presentes en los equipos por ende se controla y reduce los costos.

operador y del mecánico encargado, antes de funcionar.

Asimismo, Salazar (2018) explica que las empresas en todo el proceso de mantenimiento de equipos el sistema de control interno, tiene que preparar los mantenimientos preventivos, los cuales son los que forman el pilar para poder desarrollar adecuadamente el funcionamiento de los equipos, estableciendo responsabilidades a los encargados de las todas las áreas de operación y mantenimiento, generando información útil y necesaria, estableciendo medidas de seguridad, control y autocontrol y objetivos que participen en el cumplimiento con la función empresarial.

Se ha realizado un comparativo de estudios teóricos con la mejora en su disponibilidad, posteriormente se ha obtenido un promedio, con lo cual se cree que se mejora en los cargadores frontales.

Tabla 13  
*Comparativo teórico de disponibilidad.*

Autor	Estudio	Universidad/ País/Ciudad	Incremento en la disponibilidad	Promedio total
Ordóñez (2012)	Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues	Universidad Politécnica Salesiana/ Cuenca/Ecuador	18%	13.25%
Espinoza (2018)	Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los Buses de la Empresa de Transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lima	Universidad Tecnológica del Perú/ Lima/ Perú	4%	
Carbajal (2016)	Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de transporte El Dorado S.A.C	Universidad Nacional de Trujillo/ Trujillo/ Perú	14%	
Saavedra y Silva (2017)	Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad operativa de los camiones compactadores de la sub gerencia de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Cajamarca	Universidad Privada de Norte/Cajamarca/ Cajamarca	17%	

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 14, se prevé que, con este plan de mantenimiento preventivo, se ha a incrementar el 13% de la disponibilidad de los

cargadores frontales CAT 966-G, Asimismo se mejoraron el estado de los indicadores como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 14**  
*Resumen de los indicadores actuales.*

VARIABLE(S)	INDICADORES	FÓRMULA	Valor actual	Valor mejorado
Plan de mantenimiento	Objetivos de mantenimiento	Existencias de objetivos de mantenimiento	0%	100%
	Políticas de mantenimiento	Existencias de políticas de mantenimiento	0%	100%
	Procedimientos de mantenimiento	Existencias de procedimientos de mantenimiento	0%	100%
	Porcentaje de utilización del equipo	$U = \frac{Hrs\ Trabajadas}{Hrs\ disponibles} * 100$	66%	79%
	Porcentaje de operatividad de los equipos	$Op = \frac{Total\ máq\ operativas}{Total\ máquinas} * 100$	75%	88%
	Porcentaje de reparaciones no programadas	$Rep.\ prog = \frac{Reparaciones\ no\ programadas}{Reparaciones\ totales}$	0.5%	0.2%
Disponibilidad.	Nro. De horas de mtos. programados	$MP = \frac{Horas\ programadas}{250}$	112	112
	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{Hrs\ en\ reparación}{Nro\ reparaciones}$	8	-
	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$MTBF = \frac{Hrs\ trabajadas}{Nro\ reparaciones}$	75	-
	Disponibilidad mecánica	$D(m) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	68%	81%

Se estima según el estudio teórico que la disponibilidad va a mejorar 13%.

**Tabla 15**  
*Mejora de la disponibilidad.*

N°	Fecha	Semana	Disponibilidad mecánica	Disponibilidad mejorada
			(A - C) / A	
1	Desde diciembre del 2019 hasta	1	69.00%	82%
2		2	69.00%	82%
3		3	67.00%	80%
4		4	66.00%	79%

5	junio 2020	5	68.00%	81%
6		6	65.00%	78%
7		7	67.00%	80%
8		8	67.00%	80%
9		9	69.00%	82%
10		10	68.00%	81%
11		11	68.00%	81%
12		12	69.00%	82%
13		13	68.00%	81%

La disponibilidad mecánica establecida por el área de mantenimiento de la empresa es de 90%, con el plan de mantenimiento se incrementa la disponibilidad en promedio 13%.

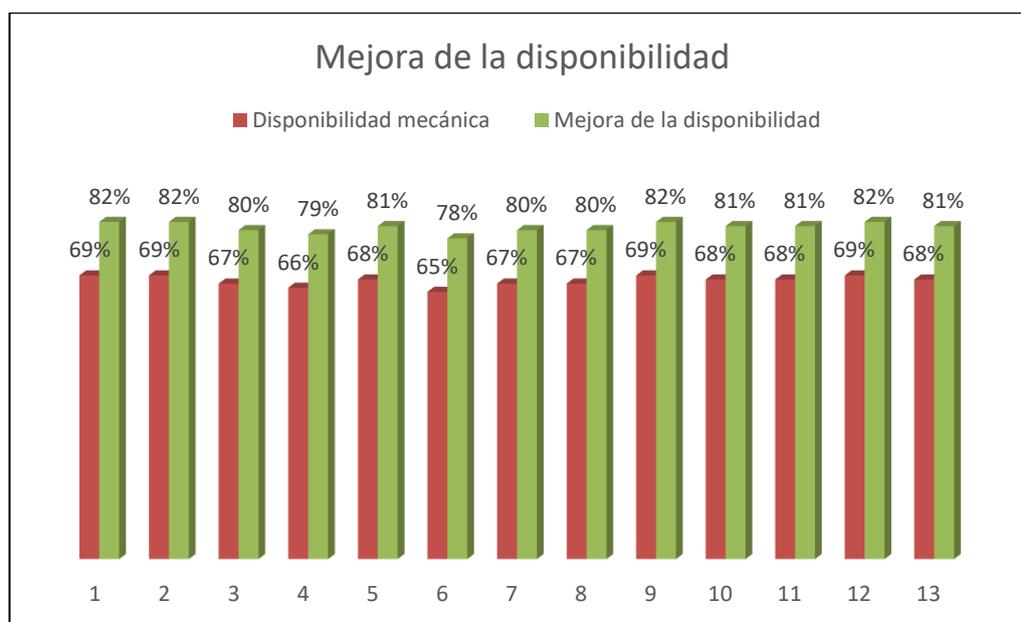


Figura 16. Mejora de la disponibilidad de los CAT 966G de la empresa.

En la figura 16, se muestra la disponibilidad mecánica actual de los equipos en el año 2019, en ella se evidencia que en ninguno de los meses se acerca al target del 90%, la disponibilidad promedio es de 68%.

### 3.4. Análisis económico del plan de mantenimiento en la empresa Autocentro

#### 3.4.1. Costos de Mantenimiento Preventivo

Los costos de mantenimiento preventivo fueron otorgados por el área logística y se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 16  
*Costos de mantenimiento preventivo.*

DESCRIPCION DEL MANTTO.	COSTO
<b>MOTOR</b>	
Funcionamiento de motor	80
Tapa de llenado de aceite de motor	30
Varilla de medición de nivel de aceite	20
Fugas de aceite de motor	20
Estado de filtros de aire	30
Estado de filtros de aceite	40
Estado del turbo alimentador	30
Faja de ventilador	20
Estado del radiador	20
Estado de mangueras de radiador y enfriador	30
Freno de motor	50
Bomba de agua	20
<b>SISTEMA DE LUBRICACION</b>	
Estado del aceite	20
Kilometraje y fecha del último cambio	220
Consumo de aceite	20
Fugas de aceite	20
<b>SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE</b>	
Tuberías de múltiple de admisión	20
Tuberías de múltiple de escape	30
Silenciador	50
Soportes de silenciador	20
Fugas de gases de escape	50
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	
Humo por el escape	30
Bomba de cebado de combustible	40
Filtro de petróleo	40
Tanque de combustible	80
Tapa de tanque de combustible	20
Medidor de nivel de tanque de combustible	20
Estado de los inyectores	100
Estado de las cañerías	50
Fugas de petróleo	40
Estado de la bomba de inyección	50
<b>SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ</b>	
Alternador	30
Carga de alternador	30
Faja de alternador	30

Arrancador	30
Baterías, Bornes de batería	30
Cableado del circuito en general	30
Luces en general	30
Plumilla limpia parabrisa	30
Claxon	30
Alarma de retroceso	30
Tablero de control	30
<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>	
Embrague	20
Pedal de embrague	20
Disco de embrague	50
Nivel de líquido	20
Nivel de aceite Corona	50
<b>CAJA DE CAMBIOS</b>	
Estado y nivel de aceite	30
Ruidos en el interior	30
Fugas de aceite	30
<b>ACOPLES DE TRANSMISION</b>	
Cardanes	20
Crucetas	20
Soportes de cardan	20
Graseras de cardan y cruceta	20
<b>SISTEMA DE FRENO</b>	
Estado de los frenos	50
Bomba maestra de freno	80
Fugas de líquido de freno	30
Estado de las zapatas delanteras	30
Estado de las zapatas posteriores	30
<b>SISTEMA DE DIRECCION</b>	
Mecanismos de dirección	40
Cilindros de dirección	80
Bomba hidráulica de dirección	80
Alineamiento de dirección	100
Terminales de dirección	40
Brazo de dirección	40
Caja de dirección/Bomba	100
<b>SUSPENSION</b>	
Muelles	20
Amortiguadores	20
Barra estabilizadora	20
<b>SISTEMA DE NEUMATICOS</b>	
Estado de llantas y aros	20
Llanta de repuesto	10
Pernos y tuercas de llanta	10
Espárragos	10
<b>CABINA</b>	
Indicadores	20
Controles	20
Asiento de copiloto y/o pasajero	20

Espejos laterales y retrovisores	10
Coderas	10
Correa de seguridad	10
Chapas de puertas	10
Cremallera de vidrio de puertas	10
Manija de levantavidrio	10
Parabrisa y vidrios	10
Visagras de Puerta	10
Tapasol	10
Circulina	10
<b>TOLVA</b>	
Tolva	10
Compuerta de tolva	10
Antivuelco	10
Luces de tolva	10
Botiquín	10
Extintor	10
Tacos	10

El costo de mantenimiento preventivo mensual será de 3 010 soles, por cada equipo, sin embargo, el mantenimiento se realiza cada 250 horas, es decir que mensualmente ingresan 7 equipos a taller, ascendiendo a un total de 21 070 soles mensuales.

### 3.4.2. Ahorro con el plan de mantenimiento Preventivo

**Tabla 17**

*Ahorro con mantenimiento preventivo.*

Descripción	Mes 2019					
	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Con mantenimiento correctivo	46170	30400	47760	48240	43680	23500
Con mantenimiento propuesto	21070	21070	21070	21070	21070	21070
<b>Ahorro mensual</b>	25100	9330	26690	27170	22610	2430

### 3.4.3. Inversión

**Tabla 18**

*Costos de inversión para mantenimiento preventivo.*

Descripción	Costo en soles
Elaboración del diagrama de flujo	1 500
Elaboración de procedimiento	3 000
Elaboración del plan de mantenimiento	5 000
<b>Total</b>	<b>9 500 soles</b>

### 3.4.4. Flujo de Caja

En la tabla 20 se han determinado los montos de inversión dado en el mes 0, los flujos salientes que representan la continuidad del plan de mantenimiento entre los primeros 6 meses, los flujos entrantes que representan los ahorros que se logran con el plan de mantenimiento, con ello se obtuvo un TIR de 153%, VAN de 99,380.91 soles y un costo/beneficio de 2 soles.

**Tabla 19**

*Flujo de caja.*

<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>Mes 0</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>Mes 6</b>	<b>TOTAL</b>
<b>EGRESOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>5</b>	
Elaboración del diagrama de flujo	S/1,500.00							S/1,500.00
Elaboración de fichas de inspección	S/3,000.00							S/3,000.00
Elaboración del plan de mantenimiento	S/5,000.00							S/5,000.00
Costo de mantenimiento preventivo		S/3,010.00	S/3,010.00	S/3,010.00	S/3,010.00	S/3,010.00	S/3,010.00	S/18,060.00
Costo por cambio de repuestos desgastables		S/300.00		S/300.00	S/2,400.00	S/300.00		
Costos por trámite de mantenimiento preventivo		S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/14,400.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>S/9,500.00</b>	<b>S/5,710.00</b>	<b>S/5,410.00</b>	<b>S/5,710.00</b>	<b>S/7,810.00</b>	<b>S/5,710.00</b>	<b>S/5,410.00</b>	<b>S/45,260.00</b>
<b>FLUJO ENTRANTE</b>	<b>Mes 0</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>Mes 6</b>	<b>TOTAL</b>
Ahorro por sobrecostos	S/0.00	S/20,000.00	S/20,000.00	S/20,000.00	S/20,000.00	S/20,000.00	S/20,000.00	S/120,000.00
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>	<b>S/0.00</b>	<b>S/20,000.00</b>	<b>S/20,000.00</b>	<b>S/20,000.00</b>	<b>S/20,000.00</b>	<b>S/40,670.00</b>	<b>S/20,000.00</b>	<b>S/140,670.00</b>
<b>FLUJO ANUAL DE CAJA</b>	<b>-S/9,500.00</b>	<b>S/14,290.00</b>	<b>S/14,590.00</b>	<b>S/14,290.00</b>	<b>S/12,190.00</b>	<b>S/34,960.00</b>	<b>S/14,590.00</b>	<b>S/95,410.00</b>
<b>TMAR</b>	<b>15.00%</b>							
<b>TIR</b>	<b>153%</b>							
<b>VAN</b>	<b>S/99,380.91</b>							
<b>B/C</b>	<b>S/2.00</b>							

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

La presente investigación nos ha permitido asegurar que es importante el plan de mantenimiento para los cargadores frontales modelo 966-G, en la realización de trabajos mineros, en la fase de diagnóstico la empresa en estudio no contaba con un plan de mantenimiento, lo cual representaba pérdidas económicas para la empresa, siendo la disponibilidad inicial de 68%, sin embargo, después de diseñar el plan de mantenimiento se incrementó a 81%. El presente plan consistió en la elaboración de políticas, diagrama de flujo del proceso, ficha de mantenimiento preventivo, programación de mantenimientos, diagrama de aplicación de mantenimientos, informe técnico de mantenimientos y plan de capacitaciones; lo cual es diferente al estudio de Carrillo (2016) que implementó fichas por equipos, además lo complementó con fichas Kaizen y 5S, incrementando su disponibilidad de 72% a 93%. Asimismo, Córdova (2017), en su investigación aplicó herramientas de diagnóstico como Ishikawa, Jack Nife, Pareto y análisis de indicadores. Sin embargo, en esta tesis no se utilizó el diagrama de JackkNife, por lo tanto, se obtiene un diagnóstico menos completo que el del antecedente. En esta tesis, no se aplicaron pilares de mantenimiento TPM, a comparación de Bonzi (201), quien utilizó el TPM en una fábrica de gaseosas, y con ello mejoró la disponibilidad en 23% ya que aplicó los cinco pilares sugeridos.

En los estudios de Cruz (2014) y de Barrientos (2017), en sus estudios analizan a los equipos CAT336 e implementan los planes de mantenimiento preventivo, e incrementan su disponibilidad en 15%, con ello mejoran la utilidad de la empresa en 10%, este estudio concuerda con los resultados de esta investigación; en ambos casos se eleva la disponibilidad de los equipos, sin embargo, los tesisistas no evalúan la

utilidad ni costos. En la presente investigación se ha realizado el plan de mantenimiento para CAT 966-G, y desde la perspectiva teórica se asume un incremento del 13% en la disponibilidad.

Sin embargo, en las investigaciones de Pesántez (2015) y de Bravo y Castro (2014) elaboran un plan de mantenimiento correctivo, plan de producción de equipos, ya que encuentra alteraciones en la calidad del producto y daños más considerables en los equipos afectados, si bien es cierto que en esta tesis no se compara con otros planes de mantenimiento, se concuerda con el antecedente. El plan de mantenimiento propuesto abarca la elaboración de políticas de mantenimiento, objetivos del plan, flujograma del proceso de mantenimiento, ficha de mantenimiento preventivo, programación del mantenimiento, diagrama de aplicación, plan de ejecución, informe técnico de mantenimiento y plan de capacitación, con ello se pretende incrementar la disponibilidad en 13%.

En esta investigación no se han establecido lineamientos del plan de mantenimiento a comparación del estudio de Valdés y San Martín (2014), quienes recomiendan lineamientos en lo que se refiere a mantenimiento preventivo para una mejor garantía de los equipos de línea amarilla facilitando así la toma de decisiones para el cumplimiento de los objetivos de la empresa, sin embargo en esta investigación aún no se ha implementado ningún otro plan, por lo tanto, no se puede comparar la eficiencia de cada uno de ellos. Pero con el plan preventivo incrementa su disponibilidad en un 10% siendo menor a la determinada en este.

En esta investigación también se determinó que los equipos se encuentran con altos porcentajes de sobretiempos por falta de repuestos y/o la demora en su llegada, lo cual concuerda con lo descrito por Muñoz (2014) que afirma que los repuestos de los

equipos de línea amarilla no son fáciles de trasladar por ello el tiempo de parada es alto.

Dentro de los resultados obtenidos también se obtiene que las pérdidas en producción son afectadas por la falta de equipos ya que el tiempo de proceso de mantenimiento es extenso, en la investigación de Barrientos (2017) se evidencia que la producción se ha reducido en un 15% y en esta investigación la producción ha sido reducida en 10% ocasionando pérdidas económicas a la empresa.

#### **4.2 Conclusiones**

- El diagnóstico de la situación actual determina que el problema principal que afecta a los equipos CAT 966G es la baja disponibilidad, lo cual se debe a la falta de un plan de mantenimiento preventivo, sus fallas son frecuentes, es por ello que urge medidas de mejora. La disponibilidad de los equipos es 68% estando por debajo del target establecido por la empresa que es 90%. Dentro de las limitaciones de la investigación están las restricciones al acceso de información y las restricciones a la unidad minera. La empresa actualmente solo cuenta con el manual del fabricante lo cual no es suficiente por ello urge diseñar un plan de mantenimiento, no existen política de mantenimiento ni procedimiento, la utilización actual es 66% y el porcentaje de operatividad es 75%.
- El plan de mantenimiento de los equipos CAT 966G consiste en la elaboración de políticas, diagrama de flujo del proceso, ficha de mantenimiento preventivo, programación de mantenimientos, diagrama de aplicación de mantenimientos, informe técnico de mantenimientos y plan de capacitaciones.
- El plan de mantenimiento mejora la utilización a 79%, el porcentaje de operatividad se incrementa a 88%, y la disponibilidad se incrementa a 81%, las

mejoras se han determinado mediante un análisis de los antecedentes teóricos ya que la investigación no está implementada.

- El diseño del plan de mantenimiento para los equipos CAT 966G es viable, ya que tiene un TIR de 153%, un VAN de 99,380.91 soles y una relación Beneficio/Costo 2.0 soles.

## REFERENCIAS

- Aenor. (2011). *Gestión del mantenimiento*. Madrid: AENOR.
- Bahamóndez, M. (2017). Implementación Sistema de Gestión para Reducción de Costos Optimizando el Desempeño por Componente en Equipos Mineros. (*Tesis de pregrado*). Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146289/Implementaci%C3%91>.
- Barrientos, G. (2017). Mejora de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la metodología AMEF. (*tesis de pregrado*). Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/346\\_Barrientos-Medina.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/346_Barrientos-Medina.pdf)
- Bolaños, G. (1987). *Disponibilidad de los Equipos de Producción y la Utilización de las Ventajas de Mantenimiento*. Costa Rica: Colegio Federado.
- Bona. (1999). *La Gestión del mantenimiento*. Madrid: ConfeMetal.
- Bonzi, J. (2016). Propuestas de Mejora de la Utilización Efectiva en Base a Disponibilidad de la Flota de Carguío y Transporte en Minera Los Pelambres. (*Tesis de pregrado*). Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139829/Propuestas-de-mejora.pdf>
- Bravo, H., & Castro, L. (2014). Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada de la empresa INSER SAS. (*tesis de pregrado*). Cartagena, Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0.pdf>
- Calderón, N. (2014). Mejora del Tiempo de Operatividad de Camiones Volquetes en Proyectos de Mantenimiento Vial, utilizando Teoría de Confiabilidad en un Sistema

- Simulado. (*Tesis de pregrado*). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/Calderon\\_qn.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/Calderon_qn.pdf)
- Campbell, J. (1999). *Manual de confiabilidad*. Ontario: Pricewaterhousecoopers LLP.
- Caperva. (2013). *¿Cómo seleccionar el sello mecánico correcto en aplicaciones de agitación y mezcla?* (Artículo de revista). Barcelona, España: EKATO Ruhr. Obtenido de <http://caperva.com/mediablog/wp-content/uploads/C%C3%93M.pdf>
- Castillo, F. (2016). Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L. (*Tesis de pregrado*). Moquegua, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de [file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/castillo\\_chf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/castillo_chf%20(1).pdf)
- Chau, L. (2013). Gestión del Mantenimiento de Equipos en Proyectos de Movimiento de Tierras de una empresa Cajamarquina dedicada a la Minería. (*Tesis de maestría*). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/813/1/chau\\_lj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/813/1/chau_lj.pdf)
- Córdova, G. (2017). Mejoramiento de prácticas operacionales para el aumento de horas efectivas camiones de extracción gerencia mina, división ministro Hales Codelco Chile. (*Tesis de maestría*). Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145967/Mejoramiento.pdf?>
- García, S. (2008). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Madrid: Renovetec. Obtenido de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
- Gómez, G. (2017). Disponibilidad de Equipos Auxiliares para Optimizar la Productividad en el Carguío y Acarreo de las Fases 01,03 y 07 del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon Gym S.A. (*Tesis de pregrado*). Chumbivilcas, Cusco, Perú:

Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Obtenido de [repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3252](https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3252).

Martínez, A. (2020). Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria. (*tesis de pregrado*). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/600661/Tesis%20Mart%C3%ADnez%20Calizaya.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Tuesta, J. (2014). Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa OBRAINSA. (*tesis de pregrado*). Callao, Perú: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/257/JehyssonMiguel\\_Tesis\\_tituloprofesional\\_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/257/JehyssonMiguel_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

## ANEXOS

### ANEXO n.º 1. Reporte de fallas

Los datos utilizados se presentan en la tabla a continuación:

No.	Equipo	Tiempo de Inicio	Tiempo Final	Demora (horas)
1	Corto Circuito	1-Jul-19 07:58 AM	1-Jul-19 10:02 AM	02 horas 04 minutos
2	Cambio de aceite de motor y filtros	1-Jul-19 02:00 PM	2-Jul-19 12:20 PM	22 horas 20 minutos
3	Reparación De Alternador	1-Jul-19 12:58 PM	2-Jul-19 12:57 PM	23 horas 59 minutos
4	Reparación De Arrancador	1-Jul-19 07:00 AM	2-Jul-19 08:02 AM	25 horas 02 minutos
5	Cambio de Inyectores	2-Jul-19 08:07 AM	2-Jul-19 10:13 AM	02 horas 06 minutos
6	Cambio De Faja De distribución	2-Jul-19 08:27 AM	3-Jul-19 06:33 AM	22 horas 06 minutos
7	Problemas Con Los Cambios De Velocidad	2-Jul-19 08:17 AM	3-Jul-19 09:17 AM	25 horas 00 minutos
8	Reparación de caja de cambios	3-Jul-19 10:45 AM	3-Jul-19 01:30 PM	02 horas 45 minutos
9	reparación de bomba de inyección	2-Jul-19 06:45 AM	3-Jul-19 10:48 AM	28 horas 03 minutos
10	cambio de jebes de trapecios	3-Jul-19 07:35 AM	4-Jul-19 04:48 AM	21 horas 13 minutos
11	Reparación de Culata (Torcedura)	4-Jul-19 09:35 AM	5-Jul-19 11:39 AM	26 horas 04 minutos
12	Reparación De Frenos	4-Jul-19 06:35 AM	5-Jul-19 05:00 AM	22 horas 25 minutos
13	Cambio de aceite de motor y filtros	4-Jul-19 12:35 AM	5-Jul-19 03:35 AM	27 horas 00 minutos
14	Calibración De Motor	5-Jul-19 04:59 AM	6-Jul-19 06:00 AM	25 horas 01 minutos
15	Rectificación De Discos Y Cambio De Pastillas De Freno	5-Jul-19 02:35 AM	5-Jul-19 10:00 PM	19 horas 25 minutos
16	Cambio de aceite de motor y filtros	5-Jul-19 08:00 AM	5-Jul-19 10:34 AM	02 horas 34 minutos
17	Cambio De Muelles	6-Jul-19 07:10 AM	6-Jul-19 10:30 AM	03 horas 20 minutos
18	Cambio De Faja De distribución	6-Jul-19 08:25 AM	7-Jul-19 08:34 AM	24 horas 09 minutos
19	Cambio De Cremallera De Dirección	6-Jul-19 01:00 AM	6-Jul-19 10:00 PM	21 horas 00 minutos
20	Cambio de Amortiguadores posteriores	7-Jul-19 03:02 AM	8-Jul-19 06:09 AM	27 horas 07 minutos
21	Engrase De Palleres	7-Jul-19 07:09 AM	8-Jul-19 08:11 AM	25 horas 02 minutos
22	Cambio De Disco De Embrague	7-Jul-19 01:17 AM	7-Jul-19 11:32 PM	22 horas 15 minutos
23	cambio de amortiguadores posteriores	7-Jul-19 09:00 AM	7-Jul-19 01:00 PM	04 horas 00 minutos
24	Cambio De Jebes De Trapecios	8-Jul-19 09:20 AM	8-Jul-19 12:00 PM	02 horas 40 minutos
25	Cambio De Perno Centro De Muelle	8-Jul-19 04:00 AM	9-Jul-19 06:50 AM	26 horas 50 minutos
26	Cambio De Zapatas De Freno	8-Jul-19 11:22 AM	9-Jul-19 07:35 AM	20 horas 13 minutos
27	Rectificación De Discos Y Cambio De Pastillas De Freno	9-Jul-19 11:30 AM	9-Jul-19 01:43 PM	02 horas 13 minutos
28	Cambio De Pernos De Llanta	9-Jul-19 06:22 AM	10-Jul-19 07:22 AM	25 horas 00 minutos
29	Cambio de aceite de motor y filtros	9-Jul-19 12:22 PM	10-Jul-19 10:33 AM	22 horas 11 minutos
30	Reparación De Bomba De Inyección	10-Jul-19 07:45 AM	10-Jul-19 12:11 PM	04 horas 26 minutos
31	Cambio De Llantas Alineamiento Y Balanceo	10-Jul-19 07:22 AM	11-Jul-19 08:33 AM	25 horas 11 minutos
32	Cambio De Cruceta De Cardan	10-Jul-19 07:30 AM	11-Jul-19 12:45 PM	29 horas 15 minutos
33	Cambio De Inyectores	11-Jul-19 06:08 AM	11-Jul-19 08:33 AM	02 horas 25 minutos
34	Fuga De Aceite Por El Retén Posterior De Cigüeñal	11-Jul-19 10:09 AM	12-Jul-19 07:33 AM	21 horas 24 minutos
35	Fuga De Aceite Por El Retén Delantero De Cigüeñal	11-Jul-19 08:07 AM	12-Jul-19 06:33 AM	22 horas 26 minutos
36	Baja Presión De Aceite (Cambio De Bomba De Aceite)	12-Jul-19 01:07 PM	12-Jul-19 03:13 PM	02 horas 06 minutos
37	Reparación De Corona	12-Jul-19 01:45 PM	13-Jul-19 03:10 PM	25 horas 25 minutos
38	Cambio De Disco De Embrague	12-Jul-19 02:34 PM	13-Jul-19 04:20 PM	25 horas 46 minutos
39	Reparación De Frenos	13-Jul-19 10:13 AM	13-Jul-19 12:17 PM	02 horas 04 minutos
40	Reparación De Arrancador	13-Jul-19 12:13 PM	14-Jul-19 07:00 AM	18 horas 47 minutos
41	Cambio De Columna De Dirección	13-Jul-19 11:13 AM	14-Jul-19 12:11 PM	24 horas 58 minutos

42	Rectificación De Discos Y Cambio De Pastillas De Freno	14-Jul-19	10:25 AM	14-Jul-19	12:49 PM	02 horas 24 minutos
43	Cambio de aceite de motor y filtros	14-Jul-19	06:02 AM	15-Jul-19	09:46 AM	27 horas 44 minutos
44	Cambio De Ventilador	14-Jul-19	12:25 AM	14-Jul-19	10:50 PM	22 horas 25 minutos
45	Reparación De Alternador	14-Jul-19	10:33 AM	15-Jul-19	07:58 AM	21 horas 25 minutos
46	Cambio De Faja De distribución	15-Jul-19	10:12 AM	15-Jul-19	01:06 PM	02 horas 54 minutos
47	Limpieza De Tanque De Combustible	15-Jul-19	06:48 AM	16-Jul-19	08:47 AM	25 horas 59 minutos
48	Cambio de aceite de motor y filtros	16-Jul-19	07:45 PM	16-Jul-19	09:46 PM	02 horas 01 minutos
49	Rectificación De Disco De Freno y cambio de Pastillas	16-Jul-19	04:54 AM	17-Jul-19	06:01 AM	25 horas 07 minutos
50	Reparación De Bomba De Inyección	11-Jul-19	11:22 AM	12-Jul-19	10:20 AM	22 horas 58 minutos
51	Reparación De Cañerías De Combustible	16-Jul-19	07:23 AM	17-Jul-19	08:00 AM	24 horas 37 minutos
52	Limpieza De Tanque De Combustible	17-Jul-19	06:31 AM	17-Jul-19	10:31 AM	04 horas 00 minutos
53	Corto Circuito	17-Jul-19	09:37 AM	18-Jul-19	07:32 AM	21 horas 55 minutos
54	Reparación De Arrancador	17-Jul-19	04:13 AM	18-Jul-19	02:24 AM	22 horas 11 minutos
55	Reparación De Culata (Torcedura)	18-Jul-19	09:03 AM	18-Jul-19	11:24 AM	02 horas 21 minutos
56	Cambio De Neumáticos Alineamiento Y Balanceo	18-Jul-19	04:13 AM	18-Jul-19	06:24 AM	02 horas 11 minutos
57	Cambio De Amortiguadores delanteros	18-Jul-19	05:19 AM	19-Jul-19	12:22 AM	19 horas 03 minutos
58	Cambio De Perno Centro De Muelle	19-Jul-19	01:16 AM	19-Jul-19	04:27 AM	03 horas 11 minutos
59	cambio de terminales de dirección	19-Jul-19	08:22 AM	20-Jul-19	07:49 AM	23 horas 27 minutos
60	Reparación De Caja De Cambios	19-Jul-19	12:19 AM	19-Jul-19	11:48 PM	23 horas 29 minutos
61	Engrase De Palleres	20-Jul-19	09:12 AM	20-Jul-19	12:46 PM	03 horas 34 minutos
62	Cambio De Empaque De Culata	20-Jul-19	04:16 AM	21-Jul-19	02:03 AM	21 horas 47 minutos
63	Cambio de aceite de motor y filtros	20-Jul-19	01:13 AM	21-Jul-19	02:27 AM	25 horas 14 minutos
64	Cambio De Muelles	21-Jul-19	01:24 PM	21-Jul-19	04:08 PM	02 horas 44 minutos
65	Engrase De Palleres	21-Jul-19	02:00 AM	22-Jul-19	03:17 AM	25 horas 17 minutos
66	Reparación De Cañerías De Combustible	21-Jul-19	12:13 AM	22-Jul-19	01:16 AM	25 horas 03 minutos
67	Cambio De Motor De Limpia Parabrisas	22-Jul-19	08:12 AM	22-Jul-19	11:02 AM	02 horas 50 minutos
68	Cambio De Faja De Alternador	22-Jul-19	07:13 AM	23-Jul-19	10:16 AM	27 horas 03 minutos
69	Rectificación De Tambores De Freno y cambio de zapatas	22-Jul-19	05:16 AM	23-Jul-19	06:34 AM	25 horas 18 minutos
70	Reparación De Servo Dirección	23-Jul-19	08:06 AM	23-Jul-19	10:06 AM	02 horas 00 minutos
71	Cambio De Muelles	23-Jul-19	08:37 AM	24-Jul-19	09:40 AM	25 horas 03 minutos
72	Limpieza De Tanque De Combustible	23-Jul-19	08:06 AM	24-Jul-19	07:30 AM	23 horas 24 minutos
73	Cambio De Inyectores	24-Jul-19	03:14 PM	24-Jul-19	05:11 PM	01 horas 57 minutos
74	Reparación De Culata (Torcedura)	24-Jul-19	12:14 AM	24-Jul-19	09:18 PM	21 horas 04 minutos
75	Reparación De Corona	24-Jul-19	01:04 AM	24-Jul-19	11:16 PM	22 horas 12 minutos
76	Reparación De Arrancador	25-Jul-19	11:04 AM	25-Jul-19	01:36 PM	02 horas 32 minutos
77	Cambio De Disco De Embrague	25-Jul-19	08:04 AM	26-Jul-19	12:16 PM	28 horas 12 minutos
78	Corto Circuito	26-Jul-19	08:33 AM	26-Jul-19	12:12 PM	03 horas 39 minutos
79	Reparación de frenos	26-Jul-19	01:08 AM	26-Jul-19	11:28 PM	22 horas 20 minutos
80	cambio de Muelles	26-Jul-19	12:19 AM	26-Jul-19	09:16 PM	20 horas 57 minutos
81	Cambio de aceite de motor y filtros	26-Jul-19	02:04 AM	27-Jul-19	03:43 AM	25 horas 39 minutos
82	Engrase de Palleres	27-Jul-19	09:21 AM	27-Jul-19	12:20 PM	02 horas 59 minutos
83	reparación de caja de cambios	27-Jul-19	02:07 AM	27-Jul-19	10:43 PM	20 horas 36 minutos
84	Cambio de aceite de motor y filtros	28-Jul-19	07:23 AM	28-Jul-19	09:59 AM	02 horas 36 minutos
85	Engrase de Palleres	28-Jul-19	01:08 AM	28-Jul-19	10:42 PM	21 horas 34 minutos
86	Reparación de frenos	28-Jul-19	09:04 AM	29-Jul-19	06:03 AM	20 horas 59 minutos
87	cambio de cremallera de dirección	29-Jul-19	09:04 AM	29-Jul-19	12:03 PM	02 horas 59 minutos
88	Cambio de aceite de motor y filtros	29-Jul-19	07:04 AM	30-Jul-19	08:47 AM	25 horas 43 minutos
89	Reparación de caja de cambios	29-Jul-19	12:06 AM	29-Jul-19	08:03 PM	19 horas 57 minutos
90	cambio de ventilador	30-Jul-19	08:25 AM	30-Jul-19	10:18 AM	01 horas 53 minutos
91	cambio de amortiguadores posteriores	30-Jul-19	08:43 AM	31-Jul-19	09:18 AM	24 horas 35 minutos
92	Reparación de servo dirección	30-Jul-19	12:25 AM	30-Jul-19	10:19 PM	21 horas 54 minutos

93	cambio de terminales de dirección	31-Jul-19	12:26 PM	31-Jul-19	03:11 PM	02 horas 45 minutos
94	cambio de cruceta de cardan	31-Jul-19	09:25 PM	31-Jul-19	11:42 PM	02 horas 17 minutos
95	cambio de amortiguadores delanteros	1-Ago-19	06:21 AM	1-Ago-19	07:42 AM	01 horas 21 minutos

## ANEXO n.º 2. Plan de mantenimiento preventivo del cargador frontal

**Tabla 20**

*Plan de mantenimiento preventivo para el cargador frontal.*

<b>REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					<b>MANTTO. ACTUAL</b>		<b>PROXIMO MANTTO.</b>		
					<b>FECHA</b>		<b>FECHA</b>		
					20/03/2020				
					<b>HOROMETRO</b>		<b>HOROMETRO</b>		
					1500				
<b>PUNTOS A VERIFICAR, CHEQUEAR Y/O CAMBIAR</b>					<b>TIPO DE SERVICIOS CADA</b>		<b>TIPO SERV.</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DEL MANTTO.</b>	250 /	500 /	1000	2000	<b>SI / NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>SI / NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
		750 /	1500	HRS	HRS				
		1250 /	1750						
		1750	HRS						
		HRS							
<b>1.00</b>	<b>MOTOR</b>								
1.01	Funcionamiento de motor	X	X	X	X				
1.02	Tapa de llenado de aceite de motor	X	X	X	X				
1.03	Varilla de medición de nivel de aceite	X	X	X	X				
1.04	Fugas de aceite de motor	X	X	X	X				
1.05	Estado de filtros de aire		X	X	X				
1.06	Estado de filtros de aceite	X	X	X	X				
1.07	Estado del turbo alimentador			X	X				
1.08	Faja de ventilador	X	X	X	X				
1.09	Estado del radiador		X	X	X				
1.10	Tapa de radiador	X	X	X	X				
1.11	Estado de mangueras de radiador y enfriador	X	X	X	X				
1.12	Bomba de agua		X	X	X				
<b>2.00</b>	<b>SISTEMA DE LUBRICACION</b>								
2.01	Estado del aceite	X	X	X	X				
2.02	Horómetro y fecha del último cambio	X	X	X	X				
2.03	Consumo de aceite	X	X	X	X				
2.04	Fugas de aceite	X	X	X	X				
<b>3.00</b>	<b>SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE</b>								
3.01	Tuberías de múltiple de admisión	X	X	X	X				
3.02	Tuberías de múltiple de escape	X	X	X	X				
3.03	Silenciador		X	X	X				
3.04	Soportes de silenciador	X	X	X	X				
3.05	Fugas de gases de escape	X	X	X	X				
<b>4.00</b>	<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>								
4.01	Humo por el escape		X	X	X				
4.02	Bomba de cebado de combustible	X	X	X	X				
4.03	Filtro de petróleo	X	X	X	X				
4.04	Tanque de combustible			X	X				
4.05	Tapa de tanque de combustible	X	X	X	X				
4.06	Medidor de nivel de tanque de combustible			X	X				
4.07	Estado de los inyectores			X	X				

4.08	Estado de las cañerías	X	X	X	X
4.09	Fugas de petróleo	X	X	X	X
4.10	Estado de la bomba de inyección			X	X
4.11	Estado del filtro racord		X	X	X
<b>5.00 SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ</b>					
5.01	Alternador		X	X	X
5.02	Carga de alternador, Manómetro de Carga.	X	X	X	X
5.03	Faja de alternador	X	X	X	X
5.04	Arrancador		X	X	X
5.05	Baterías, Bornes de batería	X	X	X	X
5.06	Cableado del circuito en general		X	X	X
5.07	Luces en general	X	X	X	X
5.08	Plumilla limpia parabrisa	X	X	X	X
5.09	Claxon	X	X	X	X
5.10	Alarma de retroceso	X	X	X	X
5.11	Alarma de retroceso	X	X	X	X
5.12	Tablero de control	X	X	X	X
<b>6.00 SISTEMA DE TRANSMISION</b>					
6.01	Caja de cambios		X	X	X
6.02	Bomba de traslación	X	X	X	X
6.03	motor de traslación	X	X	X	X
6.04	fugas en bomba / motor de traslación	X	X	X	X
6.05	Nivel de aceite de caja de cambios	X	X	X	X
6.06	nivel y estado de aceite de coronas			X	X
6.07	Nivel de aceite de los cubos delanteros			X	X
6.08	Nivel de aceite de los cubos posteriores			X	X
6.09	filtro de aceite		X	X	X
6.10	estado de bomba de caja de cambios			X	X
6.11	Estado y nivel de aceite		X	X	X
6.12	Filtro de aceite		X	X	X
6.13	Ruidos en el interior	X	X	X	X
6.14	Fugas de aceite en la caja de cambios	X	X	X	X
<b>7.00 ACOPLER DE TRANSMISION</b>					
7.01	Cardanes	X	X	X	X
7.02	Crucetas	X	X	X	X
7.03	Soportes de cardan	X	X	X	X
7.04	Graseras de cardan y cruceta	X	X	X	X
<b>8.00 SISTEMA DE FRENO</b>					
8.01	Estado de los frenos	X	X	X	X
8.02	Bomba hidráulica de freno	X	X	X	X
8.03	presiones de freno		X	X	X
8.04	Fugas de aceite en el sistema de freno	X	X	X	X
8.05	Freno de estacionamiento	X	X	X	X
8.06	estado de discos de freno de neumáticos	X	X	X	X
8.07	estado de disco de freno de estacionamiento			X	X
<b>9.00 SISTEMA DE DIRECCION</b>					
9.01	Mecanismos de dirección	X	X	X	X
9.02	Cilindros de dirección		X	X	X
9.03	Bomba hidráulica de dirección		X	X	X
9.04	Terminales de dirección		X	X	X
9.05	Filtro		X	X	X
9.06	pinos de dirección	X	X	X	X

9.07	Orbitrol		X	X	X
9.08	Fugas en el sistema de dirección	X	X	X	X
<b>10.00</b>	<b>SISTEMA DE NEUMATICOS</b>				
10.01	Estado de llantas y aros (D,M,P)	X	X	X	X
10.02	Pernos y tuercas de llanta	X	X	X	X
10.03	Espárragos	X	X	X	X
<b>11.00</b>	<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>				
11.01	Nivel de aceite	X	X	X	X
11.02	Tanque hidráulico	X	X	X	X
11.03	Filtros hidráulicos		X	X	X
11.04	Válvula térmica de enfriador		X	X	X
11.05	Enfriador de aceite		X	X	X
11.06	Válvula de desfogue	X	X	X	X
11.07	Estado de vástago y cilindros hydr. de levante	X	X	X	X
11.08	Estado de vástago y cilindro hydr de volteo	X	X	X	X
11.09	Estado de mangueras y conexiones		X	X	X
11.10	Fugas de aceite	X	X	X	X
11.11	Presiones hidráulicas de trabajo		X	X	X
<b>12.00</b>	<b>ADITAMENTOS</b>				
12.01	Estado de lampón		X	X	X
12.02	Estado de cuchilla		X	X	X
12.03	Estado de porta uñas y uñas		X	X	X
12.04	Estado de castillo de levante		X	X	X
12.05	juego entre pines y bocinas		X	X	X
12.06	estado de retenes de grasa	X	X	X	X
12.07	rotulas de botellas hidráulicas	X	X	X	X
<b>13.00</b>	<b>CABINA</b>				
13.01	Indicadores	X	X	X	X
13.02	Controles	X	X	X	X
13.03	Espejos laterales retrovisores	X	X	X	X
13.04	Coderas	X	X	X	X
13.05	Correa de seguridad	X	X	X	X
13.06	Chapas de puertas	X	X	X	X
13.07	Traba de puerta abierta	X	X	X	X
13.08	Palanca de seguridad sistema hidráulico	X	X	X	X
13.09	Parabrisa y vidrios		X	X	X
13.10	Bisagras de puerta	X	X	X	X
13.11	Gomas de puerta	X	X	X	X
13.12	Tapasol	X	X	X	X
13.13	Extintor (6Kg)	X	X	X	X
13.14	Llave de contacto	X	X	X	X

**OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**FIRMA - MANTENIMIENTO**

**NOMBRE :** \_\_\_\_\_

**FOTOCHECK :** \_\_\_\_\_

**FECHA :** \_\_\_\_\_

**FIRMA - CHOFER / OPERADOR**

**NOMBRE :** \_\_\_\_\_

**FOTOCHECK :** \_\_\_\_\_

**FECHA :** \_\_\_\_\_

**ANEXO n.º 3. Plan de capacitaciones**

PLAN ANUAL DE CAPACITACIONES – 2020														PASST-001	
														REVISIÓN: 01	
														PÁGINA: 1 de 7	
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN 2020															
ITEM	DETALLE	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
<b>CAPACITACIONES</b>															
<b>1.1. CAPACITACIONES</b>															
1	Entrenamiento Diario de Seguridad (EDS)	Reunión diaria de 5 minutos en temas de Seguridad, Salud en el Trabajo, Medio Ambiente	Supervisor de Campo (SST)												
2	Charla de Inducción	Se capacitará sobre los conocimientos básicos y lineamientos sobre Seguridad, Salud en el Trabajo, Medio Ambiente que todo	Supervisor de Campo (SST)												













