



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM  
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA  
MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE CARGUÍO  
Y ACARREO EN UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA  
2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Yessica Mabel Chacaliaza Barrantes

Eybis Michel Estela Vasquez

**Asesor:**

Mg. Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

A mi hija la niña de mis ojos, con todo mi amor para mi pequeña Dasha, por tu magia infinita que cambiaste el argumento de mi vida.

*Yessica Chacaliaza*

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida, la fortaleza y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida y formación profesional.

A mi padre y madre, por ser los pilares más importantes en mi vida y por demostrarme siempre su amor, cariño y apoyo incondicional en toda mi vida y brindarme todo lo mejor con sus consejos y ejemplos para cada vez ser mejor persona, mejor hijo y mejor profesional.

A mi hermana linda, que está conmigo siempre en los buenos y malos momentos, aunque más está en los malos momentos, hemos vivido muchas cosas juntos y sé que este momento es muy especial para ti como lo es para mí.

A mi tío Marcial, a quien he querido mucho y siempre estará en mi corazón, como un padre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A toda mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional siempre en mi vida.

A Yessica, porque eres mi persona favorita y siempre estar ahí en todo momento apoyándome y porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta.

*Eybis Estela*

## AGRADECIMIENTO

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance le doy las gracias por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mí cada día y en mis expectativas.

Gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio. Gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida. Gracias a ambos por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios por la vida de mis padres, también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida, gracias a Dios por permitirme amar a mis padres, gracias a mis padres por permitirme conocer de Dios y su infinito amor.

Finalmente puedo decir gracias a la vida por este nuevo triunfo y a las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis. *Yessica Chacaliaza*

A Dios, por acompañarme todos los días. A mi Papá Jesús y mi mamá Flor quienes más que unos buenos padres han sido mis mejores amigos, me han consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo han sabido corregir mis errores. Son los más tiernos de este mundo, los que siempre ven por mí y lo dan todo, su confianza y su amor eternamente. Ustedes son lo más bello que Dios ha puesto en mi camino y por quienes estoy inmensamente agradecido.

Agradezco también a mi Hermana Cecilia, por ser una gran amiga y ser un apoyo en mi carrera, en mis logros, en todo, que lo llevo siempre en mi corazón, mente y junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida.

A mi persona favorita Yessica, sin ti no existiría hoy esta tesis y no existiría esta amistad que tenemos, entre risas, bromas y enojos hemos culminado con éxito esta gran tesis.

A nuestro asesor el Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza por toda la colaboración brindada con sus conocimientos, y apoyo durante la elaboración de esta tesis.

Finalmente, gracias a todos los que nos brindaron su ayuda en esta tesis. *Eybis Estela.*

## 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>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio entre fallas MTBF horas de los equipos en el periodo del 2016 -2020....	20
Tabla 2. Promedio Reparación MTTR horas de los equipos en el periodo del 2016-2020....	22
Tabla 3. Reparación acumulada en horas de los equipos en el periodo 2016-2020.....	22
Tabla 4. Porcentaje de Disponibilidad Inherente de los equipos en el periodo 2016-2020...	23
Tabla 5. Promedio entre fallas MTBF en horas de los equipos periodo del 2021-2025.....	25
Tabla 6. Promedio de reparación MTTR horas de los equipos periodo 2021-2025.....	26
Tabla 7. Disponibilidad Inherente de equipos en el periodo 2021-2025.....	26
Tabla 8. Costo de Implementación.....	28
Tabla 9. Sueldo de Personal Técnico.....	29
Tabla 10. Sueldo de Personal Administrativo.....	30
Tabla 11. Costos Proyectados.....	31
Tabla 12. Flujo de Caja Neto Proyectado.....	31
Tabla 13. Evaluación de Indicadores Financieros.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio entre Fallas (MTBF) en horas, de los equipos en el periodo 2016-2020...	21
Figura 2: Disponibilidad Inherente de equipos en el periodo 2016 - 2020.....	23
Figura 3: Disponibilidad Inherente de equipos periodo proyectado.....	27
Figura 4: Flujo de Caja Proyectado.....	33

## RESUMEN

La presente investigación es de tipo descriptiva, que presenta su problema en el área de mantenimiento mecánico debido a las constantes paradas no programadas por fallas imprevistas de los equipos de carguío y acarreo de la empresa minera; por lo que se tuvo como principal objetivo Proponer la implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Luego de evaluar la disponibilidad mecánica inicial de los equipos se determinó que se encuentra en un promedio general de un 84%, se diseñó un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo el cual mejoro en un 94%, con una diferencia de un 10% con respecto a la disponibilidad mecánicas inicial. De la misma manera se hizo la evaluación económica del diseño del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de la empresa, generando en un escenario real un Valor Anual Neto de S/. 74,473.17, una Tasa Interna de Retorno de 66.9% y un Índice de Retorno de S/. 2.04 por cada sol invertido de esta manera aumentar la rentabilidad de la empresa.

**Palabras clave:** disponibilidad mecánica, gestión de mantenimiento, diseño de mantenimiento, carguío y acarreo.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad el servicio para las empresas mineras es muy importante, siendo un desafío ya que esto les permite satisfacer a los clientes y mantener la lealtad de los mismos, brindando un servicio que desean y que esperan. El servicio demanda a las empresas contratistas u outsourcing en una constante evolución tecnológica, para ofrecer mayor eficiencia y calidad de servicio de mantenimiento de los equipos mineros.

En un mundo globalizado en el cual estamos inmersos, la filosofía de gestión de mantenimiento debe de estar orientada hacia una gestión de calidad para mantener una disponibilidad óptima con innovadores diseños de Gestión de mantenimiento. Este hecho ha propiciado que en el contexto actual se hable de la Excelencia Administrativa y la Gestión Temprana como pilares del mantenimiento preventivo, por lo que en estos tiempos modernos, una empresa necesita conocer y aplicar nuevas tecnologías a fin de aportar valor agregado a la misma y lograr reducir las averías imprevistas evitando consecuencias negativas que suelen ser muy costosas. (Suzuki, 1992) Actualmente el área de mantenimiento de la flota de maquinaria pesada encuentra gran dificultad en determinar las asignaciones de recursos humanos, herramientas y repuestos para una determinada tarea de mantenimiento, por lo que la probabilidad de la disponibilidad de la maquinaria en las operaciones de las empresas disminuye. (Suzuki, 1992)



Da Costa (2011), en la Pontificia Universidad Católica del Perú, presentó el trabajo de tesis titulado “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción” cuyo objetivo fue la de presentar una metodología diseñada para disminuir las posibles fallas existentes de los equipos y sistemas incrementando su disponibilidad y confiabilidad. En este trabajo se recomienda que mediante la aplicación de RCM se establece como prioridad la eliminación de las fallas inaceptables (las cuales nos pone en riesgo la continuidad de la operación); así mismo esta metodología propone la estrategia para lograr controlar las fallas de reducción deseable mediante un plan de mantenimiento preventivo efectivo y otras herramientas de predicción o monitoreo. Reformular la recomendación que en si es el “plan de mantenimiento”.

Sirena, Suárez y Ascensio (2009), desarrollaron la tesis denominada “Implementación del RCM en el planeamiento y gestión estratégica del área de mantenimiento de la empresa de transportes HAGEMSA S.A.C.” Considerando que la empresa Hagemsa S.A.C., se dedica al transporte de carga pesada, para lo cual cuenta con una flota de tractocamiones y semiremolques, entre sus clientes figuran importantes empresas de explotación y exploración minera en todo el territorio nacional, los altos requerimientos de sus clientes han hecho que la empresa ponga una especial atención en el área de mantenimiento como piedra angular en las operaciones de la empresa los objetivos de esta tesis fueron: 1°) Establecer los procedimientos del sistema de gestión del mantenimiento preventivo/predictivo en

base a un análisis de factibilidad para la empresa de transportes Hagemsa S.A.C. y  
2°) Proponer un lineamiento de planeación del área de mantenimiento en todos los niveles con el objetivo de conseguir la máxima confiabilidad de los equipos.

Valentín (2013), con fines de obtención del título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Centro del Perú, desarrolló la tesis titulada “Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336D en el proyecto Toromocho” en la que se propuso la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a las excavadoras por ser equipos muy críticos, ya que su operatividad es continua y dependiente de ellas las demás flotas, se recolectó información de todos los reportes CheckList, partes diarios, control de equipos, inspección técnica, status de equipos, etc y se realizó un registro de paradas de todos los sistemas encontrando una disponibilidad mecánica de la flota en un 81% siendo muy bajo comparado al target de la disponibilidad que la minera exige a la empresa, por lo que se realizó un plan de mantenimiento basado en RCM, identificando así las funciones, fallas funcionales, modos de falla, para realizar el cuadro de Criticidad (AMFE), que fue la base del estudio de investigación quien por consiguiente determinó cuales serían las fallas correctivas y las tareas de mantenimiento AMFE para el estudio. En cuanto a lo estadístico de prueba se utilizó el t de Student para muestras relacionadas con la cual se demostró que realmente existía variación de la disponibilidad Mecánica de la excavadoras 336DL antes y después de la aplicación del Mantenimiento centrado en

la Confiabilidad, Consiguiendo al final una mejora de un 91% de la disponibilidad mecánica de las Excavadoras 336D L en el proyecto Toromocho.

Según Montes (2013, p. 14), En su trabajo de investigación titulado “Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)” presentada en la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica, de Colombia. Se dice que está orientado al mantenimiento de flota de una empresa similar a la que proponemos en la presente investigación, y nos hace ver que, si no se está cumpliendo las secuencias de un mantenimiento implantado como RCM. Donde se puede reducir los trabajos rutinarios de 70% a 40%.

Rodríguez (2012, p. 25), En su tesis publicada Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca”. Nos puede ayudar a describir la mantenibilidad de los equipos, donde esta disciplina ayuda a describir algunas fallas complejas, además puede interactuar con los recursos y las personas de mantenimiento de las tareas de cada equipo, de esta forma podemos mantener una gestión de mantenimiento. La finalidad de esta gestión brindara la funcionabilidad de cada componente mediante los métodos utilizados en los diferentes equipos y sistemas donde podremos encontrar oportunidad e mejora continua. Además, la importancia del estudio de ingeniería y la confiabilidad de los equipos ayudara a reducir los gastos en mantenimientos correctivos durante los tiempos de operación de los equipos.

Mantenimiento.

Dounce (2007), nos plantea una filosofía moderna de mantenimiento, con un enfoque a la calidad y servicio de un sistema que debe brindar: “Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada”

Mantenimiento Correctivo:

García Garrido (2012) menciona “que es un conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos”. Estas tareas presentan dos modalidades, las reparaciones detectadas en el mantenimiento preventivo, que se puede programar de acuerdo a la disponibilidad del área de la producción, y la otra reparación como consecuencia de un fallo imprevisto o paradas de emergencia la cual genera una interrupción en el proceso.

Mantenimiento Preventivo:

García Garrido (2012), menciona “Tiene como misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento oportuno”. Este tipo de mantenimiento es programable y su meta es evitar una falla, algunas acciones son: ajuste limpieza, lubricación, calibración, etc.

Mantenimiento Predictivo:

Doucen (2007) manifiesta que es un “Sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo”. Este tipo de mantenimiento se basa en la medición,

seguimiento y monitoreo de parámetros, para ello utilizan instrumentos como equipos de análisis vibracional, termógrafos, etc.

Metodología de Mantenimiento RCM:

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) Reliability Centered Maintenance. Es una técnica más dentro de las posibles para poder elaborar un Plan de Mantenimiento, que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas, fue trasladada posteriormente al campo industrial, después de tener resultados en el campo aeronáutico. (García 2012).

Objetivos de la Metodología de Mantenimiento RCM:

Eliminar las averías de las maquinas

Minimizar los costos de mano de obra por reparación.

Anticipar y planificar las necesidades del mantenimiento.

Participación coordinada conjuntamente con el área de producción y mantenimiento, para mantener la capacidad de producción.

Disponibilidad:

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. (Meza, 2006).

Entendemos que es una probabilidad de que un equipo o sistema se encuentre operativo cuando se requiere su utilización.

$$D = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

$$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Tiempo medio entre fallas - Mid Time Between Failure (MTBF):

Según, Améndola (2003), describe que el indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado.

$$MTBF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

Donde:

MTBF= Tiempo medio entre fallos (Mid Time Between Failure)

HROP= Horas de operación.

NTFALLAS= Numero de fallas detectadas

Tiempo medio por reparar - Mean Time To Repair (MTTR):

Es la probabilidad de que un equipo o sistema en estado de fallo, puede ser reparado en un tiempo determinado.

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{Horas correctivas}}{N^{\circ} \text{correctivos}}$$

## **1.2. Formulación del problema**

¿En cuánto mejorar la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo con la aplicación de la metodóloga rcm mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa minera de Cajamarca 2021?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Proponer la implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Diagnosticar la disponibilidad mecánica actual de los equipos de carguío y acarreo de la empresa minera de Cajamarca 2021.
- ✓ Diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo la empresa minera.
- ✓ Evaluar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo después del diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.
- ✓ Realizar la evaluación económica del diseño de mantenimiento.

## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

Si se implementa un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad, entonces nos permite mejorar la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo de la empresa minera de Cajamarca 2021.

### 1.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ Mediante el diagnóstico de tiempo promedio entre fallas y tiempo promedio de reparación lograremos determinar la disponibilidad mecánica actual de los equipos de carguío y acarreo en la empresa minera de Cajamarca 2021.
- ✓ Al diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad se logrará incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo la empresa minera.
- ✓ Se incrementará la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo después del diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.
- ✓ La empresa será beneficiada económicamente con el diseño del plan de mantenimiento debido a la mejora de la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo.



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### **Según su propósito:**

La presente investigación es aplicada, en donde la causa del mantenimiento basado en confiabilidad y su efecto fueron los resultados que se tienen después de la implementación en la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo de la empresa minera.

#### **Según su profundidad:**

La investigación es correlacional, porque se muestra la relación que existe entre el mantenimiento y la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo de la empresa minera.

#### **Según la naturaleza de los datos:**

Esta investigación es cuantitativa, ya que se usó datos y resultados cuánticos otorgados por la empresa, en base a fórmulas numéricas como lo es la eficiencia y productividad.

#### **Según su manipulación de variables:**

Esta investigación No experimental, porque no se pretende manipular ninguna de las variables concretas además tampoco se realizó ensayos experimentales.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

**Población.** La población para la presenta investigación está conformada por 15 equipos de carguío y acarreo

**Muestra.** La muestra, está conformada por los 03 equipos críticos, Retroexcavadora CAT 420, excavadoras CAT 320 DL, y volqué volvo FMX 6X4 R.

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Observación directa**

Se realizó la observación directa en campo, lo cual permitió ver que tienen problemas de ejecución mantenimientos por consecuencia de la baja disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo en la empresa minera.

### **2.3.2. Análisis documental:**

Se estudió antecedentes y trabajos de investigación relacionados a problemas de mantenimiento basada en confiabilidad y metodología rcm para lo cual se utilizó los buscadores y bibliotecas virtuales.

### **2.3.3. Análisis de datos**

Para el análisis de datos, se realizó la clasificación tabulada de la información, tomada tanto en campo, usando para ello herramientas informáticas como hojas de cálculo y paquetes estadísticos.

Para la toma de datos se utilizaron como instrumentos:

- ✓ Formatos de reporte diario de los equipos de carguío y acarreo
- ✓ Formatos de reporte de fallas
- ✓ Formato de relevo cambio de guardia

## **2.4. Procedimiento**

El desarrollo de la investigación se realizó mediante 3 etapas: las cuales se detallan a continuación. etapa de pre campo, etapa de campo y etapa de post campo.

#### 2.4.1. Etapa de pre campo

Inicialmente se realiza la revisión de antecedentes, estudios previos, realizados con referencia al tema en estudio el cual se da en diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales de las distintas universidades, lo cual nos permita tener referencia con respecto al tema de aplicación de la metodología rcm mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo de un empresa minera de Cajamarca.

#### 2.4.2. Etapa de Campo

Consignación de información de los manuales de mantenimiento.

Levantamiento de información de los equipos en estudio

Analizar historias fallas

% disponibilidad del equipo

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

#### 2.4.3. Etapa de pos campo

Se procesaron y tabularon de forma digital los datos obtenidos en campo con ayuda del programa programas Microsoft Word y Microsoft Excel, así mismo se elaboraron cuadros y gráficos de los resultados obtenidos en campo, en donde se pudo identificar de forma más detallada la mejora de la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo con la aplicación de la metodología rcm mantenimiento centrado en confiabilidad.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnostico actual de disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo.

Se determinará la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo en un periodo determinado de años utilizando las diferentes fórmulas que se describen a continuación.

#### 3.1.1. Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)

Es el tiempo medio o promedio que la máquina trabaja sin presentar alguna falla.

Para hallar este indicador se ha considerado los valores del tiempo total de funcionamiento y el número de fallas de las máquinas críticas en el periodo de 5 años (Anexo 2), Tiempo total de funcionamiento (Anexo 1) y numero de fallas (Anexo 3), para el cual utilizamos la siguiente ecuación.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de fallas}}$$

Tabla 1.

*Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) en horas de los equipos en el periodo del 2016 – 2020.*

MTBF	Años				
	2016 (Horas)	2017 (Horas)	2018 (Horas)	2019 (Horas)	2020 (Horas)
Retroexcavadora CAT 420 E	6796	1929	3146	1929	1929
Excavadora CAT 320 DL	3482	3482	2265	2265	1657
Volquete Volvo FMX 6X4 R	2978	1761	2978	1761	1761

Fuente: elaboración propia

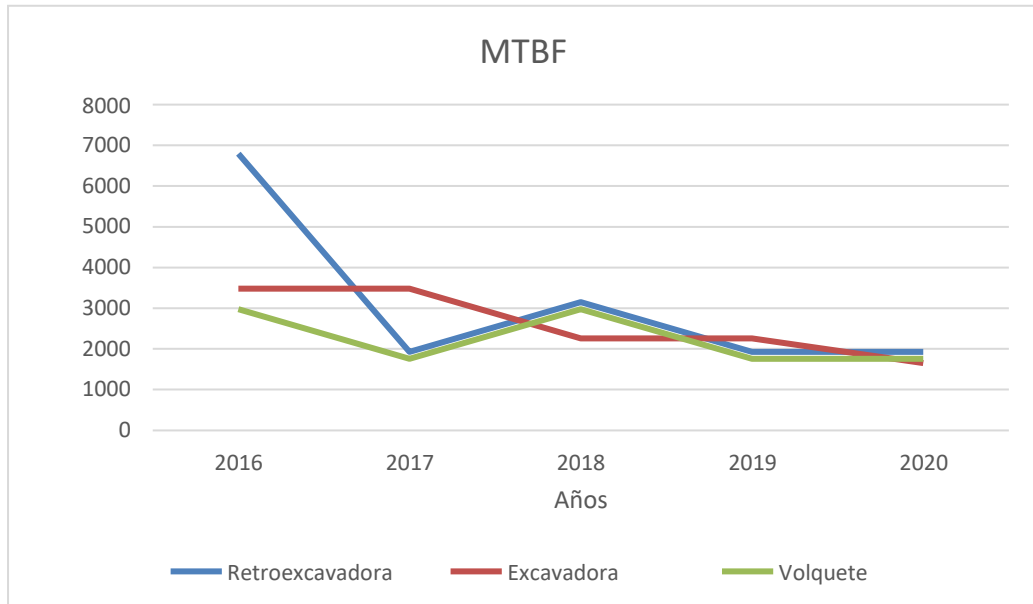


Figura 1. Comportamiento del tiempo promedio entre Fallas (MTBF) en horas, de los equipos en el periodo (2016-2020)

### 3.1.2. Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)

Representa el Promedio del Tiempo necesario para reparar una avería hasta que la actividad de la máquina se restablezca.

Para hallar este indicador se ha considerado los valores del Tiempo Total de Inactividad de las máquinas (Anexo 3) y el Número de Fallas de las Máquinas críticas en el periodo estudiado (Anexo 2), mediante la fórmula de la Ecuación

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de fallas}}$$

Tabla 2.

*Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) en horas de los equipos en los años (2016-2020)*

MTRR	Años				
	2016 (Horas)	2017 (Horas)	2018 (Horas)	2019 (Horas)	2020 (Horas)
Retroexcavadora CAT 420 E	504	504	504	504	504
Excavadora CAT 320 DL	168	168	168	168	168
Volquete Volvo FMX 6X4 R	672	672	672	672	672

Fuente: elaboración propia

Como se observa, el tiempo de inactividad de las máquinas críticas es constante a través del tiempo, pero cada máquina tiene diferente tiempo de inactividad.

Tabla 3.

*Tiempo de Reparación Acumulada en horas de los equipos en el periodo (2016 - 2020)*

Eq. de carguío y acarreo	Años				
	2016 (Horas)	2017 (Horas)	2018 (Horas)	2019 (Horas)	2020 (Horas)
Retroexcavadora CAT 420 E	504	1512	1008	1512	1512
Excavadora CAT 320 DL	336	336	504	504	672
Volquete Volvo FMX 6X4 R	1344	2016	1344	2016	2016

Fuente: elaboración propia

### 3.1.3. Disponibilidad

La Disponibilidad inherente representa el porcentaje del Tiempo que un equipo está en condiciones de operar durante un periodo de análisis, teniendo en cuenta solo los paros no programados.

Para hallar este indicador usaremos los datos hallados en la Tabla 1 y en la

Tabla 2, mediante la ecuación que se describe a continuación.

$$\% \text{ disponibilidad inherente} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Tabla 4.

*Porcentaje de Disponibilidad mecánica actual de los equipos en el periodo 2016-2020*

Disponibilidad Inherente	Años				
	2016	2017	2018	2019	2020
Retroexcavadora CAT 420 E	93%	79%	86%	79%	79%
Excavadora CAT 320 DL	95%	95%	93%	93%	91%
Volquete Volvo FMX 6X4 R	82%	72%	82%	72%	72%

Fuente: elaboración propia

Como podemos observar en la tabla 4, el porcentaje de la disponibilidad inherente promediado es 84% tiempo donde los equipos de carguío y acarreo muestran una manera decreciente en el porcentaje, los equipos estaban en condiciones de operar durante el estudiado. Por lo que se considera una buena una disponibilidad superior al 90%.

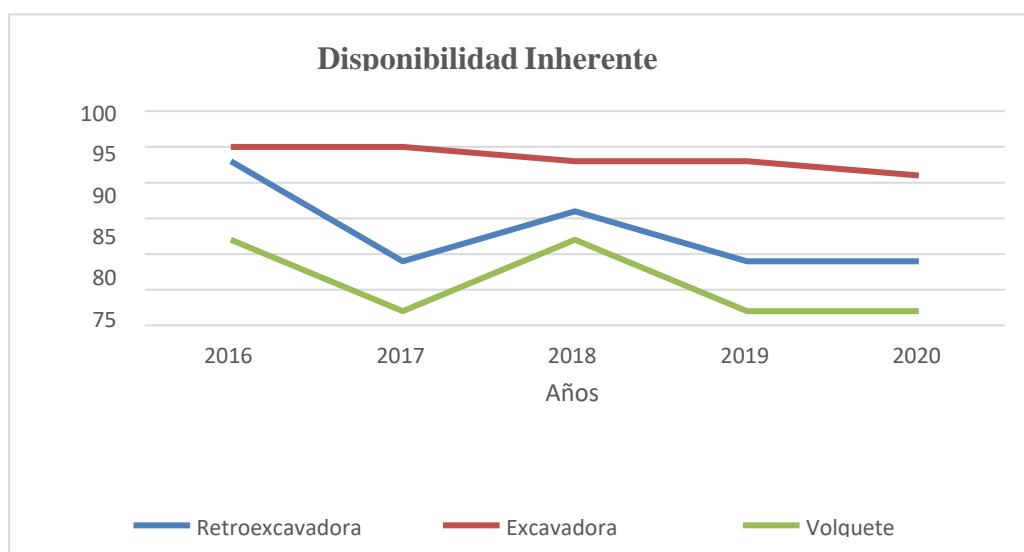


Figura 2: Comportamiento de disponibilidad Inherente de equipos en el periodo 2016 -2020

### **3.2. Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad**

Para mejorar la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo es necesario aumentar la confiabilidad, por tal motivo es necesario contar con un sistema de mantenimiento preventivo y garantizar el funcionamiento de los equipos. (ver anexo 4).

Para la gestión de un plan de mantenimiento se utilizará los siguientes formatos que han sido creados (ver anexo 5)

### **3.3. Evaluar la disponibilidad mecánica después del diseño del plan del mantenimiento**

Para determinar la disponibilidad mecánica después del diseño del mantenimiento se tomaron los datos de las fallas del último año de estudio de esta investigación reduciendo a un 80% para cada año proyectado, por lo cual los valores mostrarán un comportamiento estacional.

#### **3.3.1. Tiempo Promedio Entre fallas (MTBF)**

Para determinar este indicador se ha considerado los valores del tiempo total de funcionamiento aproximado por el número de fallas de los equipos en el periodo proyectado mediante la siguiente fórmula.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de funcionamiento}}{\textit{Numero de fallas}}$$



Tabla 5.

*Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) en horas de los equipos en el periodo del 2021 –2025*

MTBF	Años				
	2021	2022	2023	2024	2025
	(Horas)	(Horas)	(Horas)	(Horas)	(Horas)
Retroexcavadora CAT 420 E	3346	3346	3346	3346	3346
Excavadora CAT 320 DL	3582	3582	3582	3582	3582
Volquete Volvo FMX 6X4 R	6828	6828	6828	6828	6828

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar el número de horas que estarán en funcionamiento las máquinas demuestran una tendencia estacional en el periodo estudiado debido a la proyección de años a futuro.

### 3.3.2. Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)

Para determinar este indicador se ha considerado los valores del Tiempo Total de Inactividad esperados en los equipos el Numero de Fallas de los equipos en el periodo proyectado el cual será un dato aproximado, mediante la siguiente fórmula.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de fallas}}$$

Tabla 6.

*Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) en horas de los equipos en el periodo (2021-2025)*

MTTR	N° de horas de inactividad por falla (Año)				
	2021	2022	2023	2024	2025
Retroexcavadora CAT 420 E	304	304	304	304	304
Excavadora CAT 320 DL	68	68	68	68	68
Volquete Volvo FMX 6X4 R	472	472	472	472	472

Fuente: elaboración propia

### 3.3.3. Porcentaje de Disponibilidad

Para hallar los valores de este indicador, usamos los valores de los indicadores desarrollados anteriormente, Tiempo Promedio entre Fallas y Tiempo Promedio de Reparación, mediante la fórmula.

$$\% \text{ disponibilidad inherente} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Tabla 7.

*Porcentaje de Disponibilidad Inherente de los equipos en el periodo 2021-2025.*

Disponibilidad Inherente	Años				
	2021	2022	2023	2024	2025
Retroexcavadora CAT 420 E	92%	92%	92%	92%	92%
Excavadora CAT 320 DL	98%	98%	98%	98%	98%
Volquete Volvo FMX 6X4 R	94%	94%	94%	94%	94%

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla 7, el porcentaje de la disponibilidad mecánica después del diseño del plan de mantenimiento promediado es 94%

con respecto a la disponibilidad inicial de un 84% teniendo una mejora en la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo del 10%, esto debido a la aplicación de la metodología rcm mantenimiento basado en la confiabilidad como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

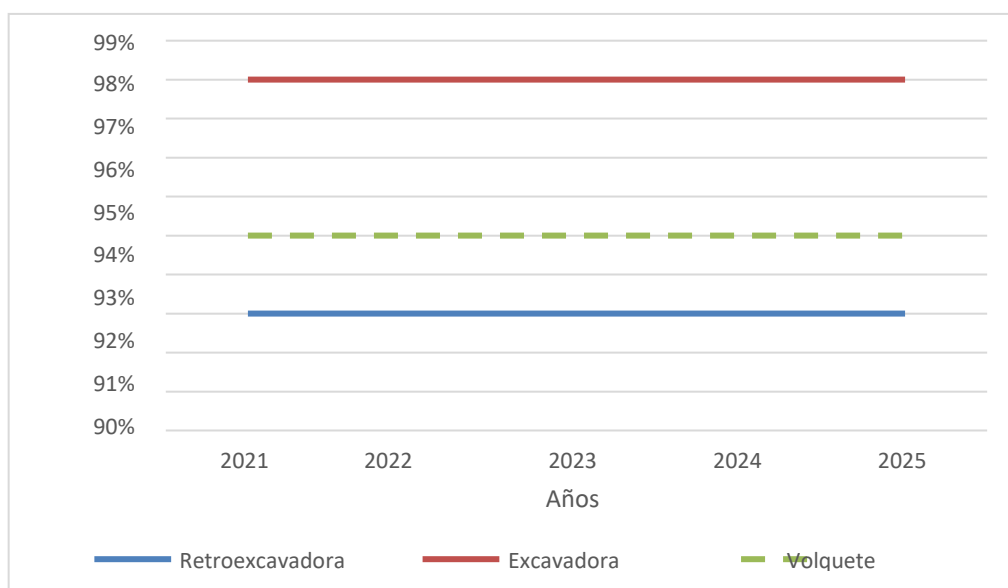


Figura 3: *Comportamiento de la Disponibilidad Inherente en los equipos del periodo proyectado.*

### 3.4. Evaluación económica del diseño de mantenimiento.

**Costo de Implementación:** Para elaborar el análisis económico financiero se consideraron todos los costos usados para la implementación del sistema de mantenimiento preventivo como: útiles de escritorio, materiales, herramientas personales y capacitación de personal. Como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8.

*Costo de Implementación.*

Ítem	Medida	Cantidad	Precio Unitario	Inversión Total
			S/.	S/.
<b>ÚTILES DE ESCRITORIO</b>				
Papel bond A4	Millar	4	15.00	60.00
Check List	Millar	3	60.00	180.00
Lapiceros	Caja	1	8.00	8.00
Perforador	Unidad	1	6.00	6.00
Tinta de impresora	Unidad	2	35.00	70.00
Engrapador	Unidad	1	5.00	5.00
Archivadores	Unidad	3	7.00	21.00
Plumones indelebles	Caja	1	8.00	8.00
<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>				
Laptop	Unidad	1	2,000.00	2,000.00
Escritorio	Unidad	1	200.00	200.00
Impresora	Unidad	1	400.00	400.00
Cámara fotográfica	Unidad	1	260.00	260.00
Memorias USB	Unidad	2	18.00	36.00
<b>MATERIALES</b>				
Detergente	Kilogramo	15	13.00	195.00
Tropos industriales	Kilogramo	1	4.00	4.00
Desinfectante	Galón	2	14.00	28.00
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				
Líquidos Penetrantes	Unidad	2	80.00	160.00
Partículas Magnéticas	Unidad	2	90.00	180.00
Termógrafo	Unidad	1	200.00	200.00

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Manómetro	Unidad	1	250.00	250.00
Pirómetro	Unidad	1	220.00	220.00
<b>HERRAMIENTA SPERSONALES</b>				
Zapatos puntas de acero	Par	7	150.00	1,050.00
Overol	Unidad	7	60.00	420.00
Guantes	Par	14	30.00	420.00
Lentes de seguridad	Unidad	7	25.00	175.00
Casco	Unidad	7	35.00	245.00
Respirador	Unidad	7	35.00	245.00
<b>CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b>				
Capacitación de mantenimiento preventivo	Horas	8	90.00	720.00
<b>Total de Inve</b>				<b>7,836.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla 8 el costo total de inversión para la implementación del mantenimiento predictivo propuesto es de S/. 7,836.00.

**Inversión:** Para la inversión se ha considerado los sueldos del personal técnico, administrativo y los costos de las herramientas básicas y especiales.

Para la ejecución del mantenimiento predictivo se contratará mecánicos, los que cumplirán las actividades de mantenimiento de los equipos.

Tabla 9.

*Sueldo de Personal Técnico*

Cantidad	Técnico	Sueldo base + beneficios	Costo Anual S/.
1	Mantenimiento	1,200.00	14,400.00

Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

También se contratará personal administrativo de mantenimiento para garantizar un buen manejo del sistema de mantenimiento predictivo.

Tabla 10.

*Sueldo de Personal Administrativo*

<b>Cantidad</b>	<b>Administrativo</b>	<b>Sueldo base + beneficios</b>	<b>Costo Anual S/.</b>
1	Personal	1,200.00	14,400.00

Fuente: Elaboración Propia

**Flujo de Inversión:** Para el flujo de caja se ha considerado los montos correspondientes al año cero y su permanencia en los siguientes años. Para los costos de herramientas y equipos, capacitación, solo se considera el año cero. Así también en los costos de útiles de escritorio y oficina, el costo del primer año, se ha reducido ya que solo se ha considerado la compra de los formatos de check-list de mantenimiento predictivo que serán utilizarán constantemente.

Tabla 11.

*Costos Proyectados*

Descripción	Flujo de Inversión Anual					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
Sueldo de Personal Técnico	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00
Sueldo de Personal Administrativo	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00
Costos de Herramientas y Equipos	1,010.00	0	0	0	0	0
Costos de Implementos de Seguridad	2,625.00	2,625.00	2,625.00	2,625.00	2,625.00	2,625.00
Costo de Mantenimiento de Equipos	227.00	227.00	227.00	227.00	227.00	227.00
Costo de Capacitación	720.00	0	0	0	0	0
Costo de Útiles de Escritorio y Equipos de Oficina	3,194.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
<b>Costo Total</b>	<b>36,576.00</b>	<b>31,832.00</b>	<b>31,832.00</b>	<b>31,832.00</b>	<b>31,832.00</b>	<b>31,832.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior nos muestra los costos proyectados en el periodo de cinco años, donde en el año cero la inversión inicial dará inicio al sistema de Mantenimiento con un valor de S/. 36,576.00. Los siguientes años muestran un costo constante para la continuidad del mismo, con un valor de S/. 31,832.00.

Tabla 12.

*Flujo de Caja Neto Proyectado.*

<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
S/. -36,576.00	22,168.00	27,618.00	29,568.00	30,168.00	40,668.00

Fuente: Elaboración Propia

El flujo de caja en un periodo de cinco años, en el año cero es negativo por el costo que se invertirá para la aplicación del sistema de mantenimiento predictivo. En los siguientes años tenemos un valor positivo por el ingreso que se recupera mediante la aplicación del mantenimiento planteado.



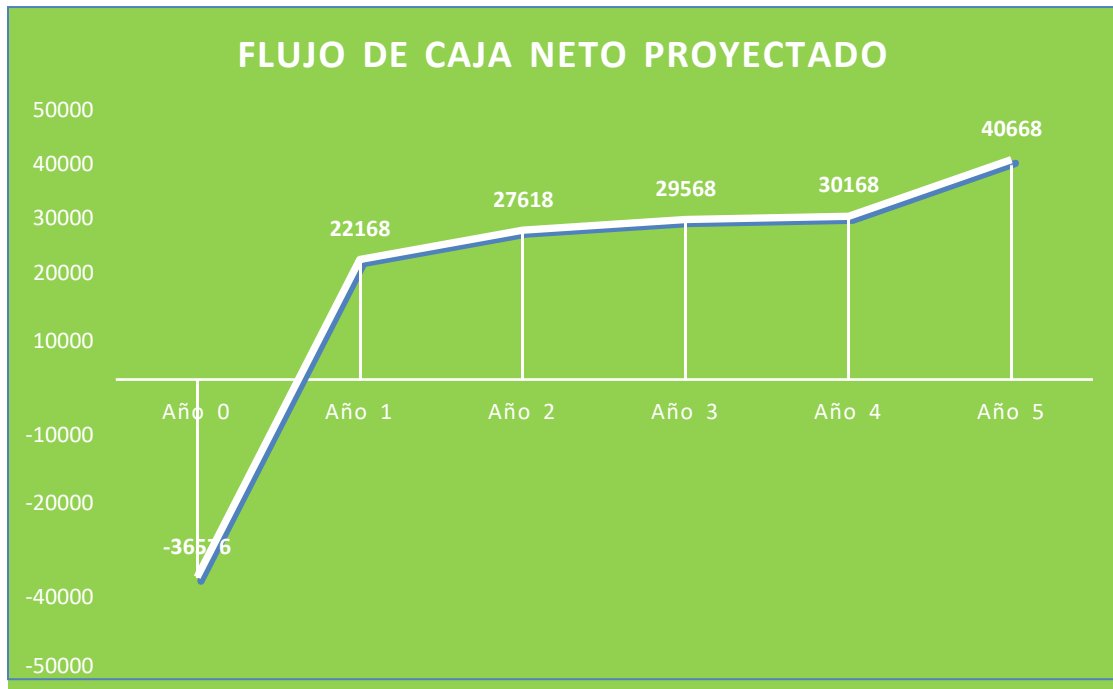


Figura 4: Flujo de Caja Proyectado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13.

*Evaluación de Indicadores Financieros*

<b>COK</b>	10%		Costo de Oportunidad del Capital
<b>VA</b>	S/. 111,049.17		Valor Actual
<b>VAN</b>	S/. 74,473.17	VAN > 0	Valor Actual Neto
<b>TIR</b>	66.9%	TIR > COK	Tasa Interna de Retorno
<b>IR</b>	3.04	IR > 1	Índice de rentabilidad

**VAN:** La implementación del sistema de mantenimiento predictivo se acepta porque el valor del VAN es mayor a cero y permitirá generar una utilidad de S/. 74,473.17 en un periodo de 5 años

**TIR:** La implementación del sistema de mantenimiento predictivo se acepta porque la Tasa Interna de Retorno es mayor al Costo de oportunidad del capital y es mayor a la tasa que ofrece cualquier identidad financiera en el mercado en la actualidad.

**IR:** La Implementación del sistema de mantenimiento predictivo está generando una rentabilidad de S/. 2.04 por cada sol invertido en el proyecto.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En cuanto al índice del porcentaje de la disponibilidad mecánica no concordamos con el autor (Ricaldi Arzapalo, 2013) quien manifiesta que estar en un 85% de disponibilidad mecánica es estar dentro de lo óptimo, pero concordamos con el autor (Rodríguez del águila, 2012) quien manifiesta que el índice de disponibilidad mecánica es un 92%, el cual tiene relación con nuestro estudio. En la presente investigación se determinó disponibilidad mecánica antes de la propuesta en un 84% y aumenta la disponibilidad mecánica de los equipos en un 94% con una diferencia del 10% después del diseño del mantenimiento preventivo.

De igual manera, tiene relación, con la investigación de García, J. y María, J. (2007) que en su tesis sobre “Plan de Mantenimiento Preventivo para PROACES” señala que un plan de mantenimiento preventivo adecuadamente diseñado, debe tener como soporte catálogos según el fabricante, manuales técnicos, manuales de mantenimiento, recomendaciones establecidos por el fabricante u otras fuentes de información veraz. En la presente investigación para el diseño de las tareas de mantenimiento propuestas se tuvo en cuenta los diferentes manuales del fabricante, ambiente de trabajo, operatividad y horas de trabajo de cada equipo. Con la finalidad de disminuir los fallos y paradas imprevistas, analizando el porqué de la falla, previniendo fallas funcionales como también operacionales.

## 4.2 Conclusiones

El Diagnostico actual de la disponibilidad mecánica de los equipos de carguio y acarreo antes de la propuesta es de 84% se concluye que es necesario realizar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos.

Se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de carguio y acarreo, para lo cual se elaboraron formatos Check-List, formatos de registro y cronogramas de mantenimiento para cada una de los equipos.

Se realizó la evaluación de la disponibilidad mecánica después del diseño del plan de mantenimiento, concluyendo que la propuesta aumenta disponibilidad de los equipos de carguio y acarreo en un 94% con una diferencia de un 10% con respecto a la disponibilidad mecánicas inicial.

Finalmente, se realizó la evaluación económica financiera del diseño del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de la empresa, generando en un escenario realun Valor Anual Neto de S/. 74,473.17, una Tasa Interna de Retorno de 66.9% y un Índice de Retorno de S/. 2.04 por cada sol invertido

### **4.3. Recomendaciones**

Realizar la respectiva señalización del lugar de trabajo para poder identificar los lugares de riesgo y peligro, esto delimitara el transitar del personal sin correr riesgo alguno de sufrir accidentes laborales tanto de personas como de equipos o máquinas.

Programar cursos o talleres de capacitación al personal involucrados en las tareas de mantenimiento para lograr mantener un alto nivel técnico de conocimiento y cumplir a cabalidad con las actividades de una manera eficiente.

Realizar una distribución del personal apropiada de acuerdo a las habilidades y experiencia en las actividades de mantenimiento planificadas, con el fin de evitar la contratación excesiva del personal.

Asignar el presupuesto necesario de forma anual para la adquisición de los diferentes repuestos y accesorios que son empleados en las tareas de mantenimiento.

Aplicar las tareas de mantenimiento diseñadas en este trabajo de investigación, estas aportan gran valor con el tiempo.

## REFERENCIAS

- Contreras, C. A. (2016). *Plan de mantenimiento de equipos de movimiento de tierra por criticidad para tener maquinas disponibles en la municipalidad provincial de Yauli La Oroya*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Da Costa Burga, M. (2011). *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción*. Lima
- Dounce, E. (2007). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Mexico: Editorial Patia.
- Espinoza, C. F., & Quispe, F. (2018). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Curahuasi*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- García, S. (2012), *Ingeniería de Mantenimiento Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento*.
- García, E. E. (2017). *Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimientos de tierras ICCGSA en la vía Huancayo- Ayacucho*. Huancayo Perú.
- Ricaldi, A. M. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Rodríguez, D. A. (2012). *Propuesta de la mejora de la gestión de mantenimiento en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. Cajamarca.

Tasilla, S. F. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa TECNOLDHER en Cajamarca*. Universidad César Vallejo Cajamarca, Perú.

Montes, T. (2013) *Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)*. Universidad Tecnológica de Pereira, de Colombia.

Suzuki, T. (1992). *TPM En Industrias de Proceso*. Madrid: Foiojae. S. A.

Valentín, D. (2013). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336D en el proyecto Toromocho* Universidad Nacional del Centro del Perú

## ANEXOS

Anexo 1: Tiempo total de operación en horas disponibles de los equipos de carguío y acarreo

Equipos	N° de horas de operación al día	N° de horas en un año	Años				
			2016	2017	2018	2019	2020
Retroexcavadora	20	365	7300	7300	7300	7300	7300
Excavadora	20	365	7300	7300	7300	7300	7300
Volquete	20	365	7300	7300	7300	7300	7300

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Número de paradas de los equipos por fallas en los últimos 5 años

Equipos	Años				
	2016	2017	2018	2019	2020
Retroexcavadora CAT 420 E	1	3	2	3	3
Excavadora CAT 320 DL	2	2	3	3	4
Volquete Volvo FMX 6X4 R	2	3	2	3	3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Tiempo Total de reparación de los equipos por fallas.

Equipos	N° de horas de inactividad por falla	N° de horas de inactividad por falla (Año)				
		2016	2017	2018	2019	2020
Retroexcavadora CAT 420 E	504	504	1512	1008	1512	1512
Excavadora CAT 320 DL	168	336	336	504	504	672
Volquete Volvo FMX 6X4 R	672	1344	2016	1344	2016	2016

Fuente: Elaboración propia





Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<b>4.- DIRECCIÓN.</b>		
Revisar Columna de Dirección.		
Revisar Fugas de Aceite en la Bomba HMU.		
Revisar Lineas del Sistema de Dirección.		
Revisar Cilindro de Dirección.		
Revisar Barras de Acoplamiento.		
Revisar Rodamientos de Mazas Delanteras.		
Revisar Bujes de Dirección.		
Revisar Rótulas de Dirección.		
Otros.....		
<b>5.- FRENOS.</b>		
Revisar Nivel de Aceite de Frenos.		
Revisar Fugas de Aceite en el Sistema de Frenos.		
Revisar Lineas del Sistema de Frenos.		
Revisar Pedales de Freno.		
Revisar Estado de Bomba Maestra de Freno.		
Revisar Estado del Freno de Estacionamiento.		
Otros.....		
<b>6.- HIDRÁULICO</b>		
Revisar Nivel de Aceite Hidráulico.		
Revisar Fugas de Aceite del Sistema Hidráulico.		
Revisar Estado del Tanque Hidráulico.		
Revisar Estado de Lineas Hidráulicas.		
Revisar Estado de Bomba de Aceite Hidráulico.		
Revisar Cardán de Bomba Hidráulica.		
Revisar Estado de Válvulas del Sistema.		
Revisar Enfriador de Aceite Hidráulico.		
Revisar Acumulador de Presión.		
Revisar Cilindros de Levante de Cucharón Delantero.		
Revisar Cilindro de Volteo de Cucharón Delantero.		
Revisar Estado del Cucharón Delantero.		
Revisar Uñas y Seguros del Cucharón Delantero.		
Revisar Cilindro del Boom.		
Revisar Cilindro del Stick.		
Revisar Cilindro del Bucket Posterior.		
Revisar Estado de Bucket Posterior.		
Revisar Uñas y Seguros del Bucket Posterior.		
Revisar Cilindro de Giro de Toda la Articulación del Cucharón Posterior.		
Revisar Cilindros de Brazos Estabilizadores.		
Revisar Estado de Gomas de las Barras Estabilizadoras.		
Otros.....		
<b>7.- ELECTRICO.</b>		
Revisar Estado de Baterias.		
Revisar Electrolito de las Baterias.		
Revisar Postes y Bornes de Batería.		
Revisar Cableado en General.		
Revisar Carga de Alternador.		
Realizar Limpieza a los Sensores.		
Revisar Luces de Trabajo Parte Delantera.		
Revisar Luces de Trabajo Parte Posterior.		
Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.		
Revisar Luces de Freno.		
Revisar Luces de Estacionamiento.		
Revisar Luces Antiniebla.		
Revisar Circulina.		
Revisar Luces de Cabina.		
Revisar Alarma de Retroceso.		
Otros.....		
<b>8.- CHASIS Y CABINA</b>		
Lubricar Visagras de Puertas y Ventanillas.		
Limpiar Filtro de Calefacción.		
Revisar Todo el Panel de Control.		
Revisar Palancas de Accionamiento.		
Revisar Tanque de Agua de Limpiaparabrisas.		
Revisar Sistema de Limpiaparabrisas.		
Revisar Plumillas.		
Revisar Chapas de Puertas.		
Revisar Estado del Asiento.		
Revisar Cinturón de Seguridad.		
Revisar Seguros Trabadores de Aguilón.		
Revisar Parabrisas en General.		
Revisar Espejos Retrovisores RH y LH.		
Revisar Espejo Retrovisor de Interior de Cabina.		
Revisar Rajaduras o Fisuras en todo el Chasis.		
Revisar Carrocería en General.		
Otros.....		

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**9.- LLANTAS**





Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.  
Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
Revisar Fisuras en los Aros.  
Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
Otros.....


**10.- PRUEBA DE CALIDAD**

--	--	--

**TRABAJOS PENDIENTES :**

.....  
.....  
.....  
.....

MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)			
	Pos. Neum.	Interna	Externa
	Pos. 1		
	Pos. 2		
	Pos. 3		
	Pos. 4		

**Tec. Participante(s) :**

1.- \_\_\_\_\_  
2.- \_\_\_\_\_  
3.- \_\_\_\_\_

**Firma(s):**

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

**Hr(s):**


Nombre: \_\_\_\_\_ V°B° Supervisor Nombre: \_\_\_\_\_ V°B° Conductor  
N° DNI: \_\_\_\_\_ N° DNI: \_\_\_\_\_

**Página 3**

DELVOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO DE MANTTO



Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Limpiar Respiraderos de los Diferenciales.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Delantero.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Delantero.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Posterior.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Posterior.			
Revisar Nivel de Aceite en los Mandos Finales Delanteros.			
Revisar Fugas de Aceite en los Mandos Finales Delanteros.			
Revisar Nivel de Aceite en los Mandos Finales Posteriores.			
Revisar Fugas de Aceite en los Mandos Finales Posteriores.			
Otros.....			
<b>4.- DIRECCIÓN.</b>			
Revisar Columna de Dirección.			
Revisar Fugas de Aceite en la Bomba HMU.			
Revisar Líneas del Sistema de Dirección.			
Revisar Cilindro de Dirección.			
Revisar Barras de Acoplamiento.			
Revisar Rodamientos de Mazas Delanteras.			
Revisar Bujes de Dirección.			
Revisar Rótulas de Dirección.			
Otros.....			
<b>5.- FRENOS.</b>			
Revisar Nivel de Aceite de Frenos.			
Revisar Fugas de Aceite en el Sistema de Frenos.			
Revisar Líneas del Sistema de Frenos.			
Revisar Pedales de Freno.			
Revisar Estado de Bomba Maestra de Freno.			
Revisar Estado del Freno de Estacionamiento.			
Otros.....			
<b>6.- HIDRÁULICO</b>			
Obtener Muestra de Aceite Hidráulico.			
Cambiar Filtro de Aceite Hidráulico.			
Revisar Nivel de Aceite Hidráulico.			
Revisar Fugas de Aceite del Sistema Hidráulico.			
Revisar Estado del Tanque Hidráulico.			
Revisar Estado de Líneas Hidráulicas.			
Revisar Estado de Bomba de Aceite Hidráulico.			
Revisar Cardán de Bomba Hidráulica.			
Revisar Estado de Válvulas del Sistema.			
Revisar Enfriador de Aceite Hidráulico.			
Revisar Acumulador de Presión.			
Revisar Cilindros de Levante de Cucharón Delantero.			
Revisar Cilindro de Volteo de Cucharón Delantero.			
Revisar Estado del Cucharón Delantero.			
Revisar Uñas y Seguros del Cucharón Delantero.			
Revisar Cilindro del Boom.			
Revisar Cilindro del Stick.			
Revisar Cilindro del Bucket Posterior.			
Revisar Estado de Bucket Posterior.			
Revisar Uñas y Seguros del Bucket Posterior.			
Revisar Cilindro de Giro de Toda la Articulación del Cucharón Posterior.			
Revisar Cilindros de Brazos Estabilizadores.			
Revisar Estado de Gomas de las Barras Estabilizadoras.			
Otros.....			
<b>7.- ELECTRICO.</b>			
Revisar Estado de Baterías.			
Revisar Electrolito de las Baterías.			
Revisar Postes y Bornes de Batería.			
Revisar Cableado en General.			
Revisar Carga de Alternador.			
Realizar Limpieza a los Sensores.			
Revisar Luces de Trabajo Parte Delantero.			
Revisar Luces de Trabajo Parte Posterior.			
Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.			
Revisar Luces de Freno.			
Revisar Luces de Estacionamiento.			
Revisar Luces Antiniebla.			
Revisar Circullina.			
Revisar Luces de Cabina.			
Revisar Alarma de Retroceso.			
Otros.....			
<b>8.- CHASIS Y CABINA</b>			
Lubricar Visagras de Puertas y Ventanillas.			
Limpiar Filtro de Calefacción.			
Revisar Todo el Panel de Control.			
Revisar Palancas de Accionamiento.			
Revisar Tanque de Agua de Limpiaparabrisas.			
Revisar Sistema de Limpiaparabrisas.			
Revisar Plumillas.			
Revisar Chapas de Puertas.			
Revisar Estado del Asiento.			
Revisar Cinturón de Seguridad.			
Revisar Seguros Trabadores de Aguilón.			
Revisar Parabrisas en General.			
Revisar Espejos Retrovisores RH y LH.			
Revisar Espejo Retrovisor de Interior de Cabina.			
Revisar Rajaduras o Fisuras en todo el Chasis.			
Revisar Carrocería en General.			
Otros.....			

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**9.- LLANTAS**  
 Verificar Presión de Aire en los Neumáticos.  
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
 Revisar Frenos en los Arbo.  
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
 Datos:


**10.- PRUEBA DE CALIDAD**

**TRABAJOS PENDIENTES:**

---



---



---

**MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)**

Pos. Neum.	Interna	Externa
Pos. 1		
Pos. 2		
Pos. 3		
Pos. 4		

**Tec. Participante(s):**

1- \_\_\_\_\_  
 2- \_\_\_\_\_  
 3- \_\_\_\_\_

**Firma(s):** \_\_\_\_\_

**Hr(s):** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 VºBº Supervisor

Nombre: \_\_\_\_\_  
 N° DNI: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 VºBº Conductor

Nombre: \_\_\_\_\_  
 N° DNI: \_\_\_\_\_

**Página 3**

DEL VOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO DE MANTTO

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 1000 horas programadas (Retroexcavadora CAT 420 E)

<b>PM-1</b>	<b>1000</b>		
<b>FAMILIA:</b>	<b>RETROEXCAVADORA</b>		
<b>EQUIPO:</b>			
Horómetro Programado: _____ Hr.		Tec. Responsable: _____	
Fecha: _____		Turno: <input type="button" value="Día"/> <input type="button" value="Noche"/>	
<b>EJECUTADO</b>	Horómetro: _____ Hr.	Lugar de Trabajo: _____	
Tiempo Dedicado al PM: _____ H.H.			

MATERIALES A UTILIZAR:					XERO PARA CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
5	litro	ACEITE DE MOTOR 15W40	DE-0710			
1	F2A	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	7W-2326			
1	F2A	FILTRO DE REFRIGERANTE	244-K274			
1	F20	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE	200-7200			
1	F2A	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	200-4000			
1	F2A	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	227-7838			
4	GL3	ACEITE DE TRANSMISIÓN SOW	BT-0572			
1	F2A	FILTRO DE TRANSMISIÓN	110-4740			
1	F2A	FILTRO HIDRÁULICO	126-1517			
4.5	GL2	ACEITE DE DIFERENCIAL POSTERIOR SOW	BT-0572			
1	litro	ACEITE DE MANDOS FINALES POSTERIORES (0.5 GLS C/U)	BT-0572			
2	GL3	ACEITE DE DIFERENCIAL DELANTERO SOW	BT-0576			
1	GL2	ACEITE DE MANDOS FINALES DELANTEROS (0.5 GLS C/U)	BT-0576			
0.25	GL3	ADITIVO PARA DIFERENCIAL DELANTERO				
4	M	MANQUERA PARA MUESTRO DE ACEITE	SOS-FERREYROS			
0	F2A	FRASCO PARA MUESTRO DE ACEITE	SOS-FERREYROS			
0	F2A	ETIQUETAS PARA FRASCOS DE MUESTRO DE ACEITE	SOS-FERREYROS			
1	F20	BOMBA DE VACIO PARA OBTENER MUESTRAS	SOS-FERREYROS			
1	KG	TRAPO INDUSTRIAL				

N° DE "BL" POR EJECUTAR:		de Realizar	de Realizar	de Realizar
		S	N	
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR:</b>				
<b>1- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO</b>				
<b>2- MOTOR</b>				
Obtener Muestra de Aceite de Motor.				
Cambiar Aceite de Motor.				
Cambiar Filtro de Aceite de Motor.				
Cambiar Filtro de Combustible.				
Cambiar Filtro Separador de Agua.				
Cambiar Filtro de Aire Primario.				
Cambiar Filtro de Aire Secundario.				
Revisar Nivel de Aceite Motor.				
Revisar Nivel de Refrigerante.				
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.				
Limpiar Bomba Elevadora de Combustible.				
Revisar Líneas del Sistema de Combustible.				
Revisar Faja de Ventilador de Motor.				
Revisar Tensiones de las Fajas.				
Revisar Ventilador.				
Revisar Estado del Radiador.				
Revisar Líneas del Sistema de Refrigeración.				
Limpiar Radiador (P. aire=30 psi)				
Revisar Turbocompresor.				
Revisar Líneas de Admisión de Aire.				
Revisar Líneas de Escape de Gases Contaminantes.				
Revisar Cableado Eléctrico del Motor.				
Comprobar Apriete de Pernos de Montaje de Motor.				
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.				
Otro:				
<b>3- TRANSMISIÓN</b>				
Obtener Muestra de Aceite de Transmisión.				
Obtener Muestra de Aceite del Diferencial Delantero.				
Obtener Muestra de Aceite del Diferencial Posterior.				
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Delantero Derecho.				
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Delantero Izquierdo.				
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Posterior Derecho.				
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Posterior Izquierdo.				
Cambiar Aceite de Transmisión.				
Cambiar Filtro de Aceite de Transmisión.				
Cambiar Aceite del Punto Delantero (Incluido Mandos Finales)				
Cambiar Aceite del Punto Posterior (Incluido Mandos Finales).				
Revisar Palanca de Cambios.				
Revisar Fugas de Aceite en el Convertidor.				
Revisar Nivel de Aceite de Transmisión.				
Revisar Fugas de Aceite en la Transmisión.				
Revisar Cableado Eléctrico de Transmisión.				
Revisar Arbol de Propulsión Delantero.				
Revisar Cruceas de Arbol de Propulsión Delantero.				
Revisar Arbol de Propulsión Posterior.				
Revisar Cruceas de Arbol de Propulsión Posterior.				

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes Del. y Post. Limpiar Respiraderos de los Diferenciales. Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Delantero. Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Delantero. Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Posterior. Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Posterior. Revisar Nivel de Aceite en los Mandos Finales Delanteros. Revisar Fugas de Aceite en los Mandos Finales Delanteros. Revisar Nivel de Aceite en los Mandos Finales Posteriores. Revisar Fugas de Aceite en los Mandos Finales Posteriores. Otros.....			
<b>4.- DIRECCIÓN.</b> Revisar Columna de Dirección. Revisar Fugas de Aceite en la Bomba HMU. Revisar Lineas del Sistema de Dirección. Revisar Cilindro de Dirección. Revisar Barras de Acoplamiento. Revisar Rodamientos de Mazas Delanteras. Revisar Bujes de Dirección. Revisar Rótulas de Dirección. Otros.....			
<b>5.- FRENOS.</b> Revisar Nivel de Aceite de Frenos. Revisar Fugas de Aceite en el Sistema de Frenos. Revisar Lineas del Sistema de Frenos. Revisar Pedales de Freno. Revisar Estado de Bomba Maestra de Freno. Revisar Estado del Freno de Estacionamiento. Otros.....			
<b>6.- HIDRÁULICO</b> Obtener Muestra de Aceite Hidráulico. Cambiar Filtro de Aceite Hidráulico. Revisar Nivel de Aceite Hidráulico. Revisar Fugas de Aceite del Sistema Hidráulico. Revisar Estado del Tanque Hidráulico. Revisar Estado de Lineas Hidráulicas. Revisar Estado de Bomba de Aceite Hidráulico. Revisar Cardán de Bomba Hidráulica. Revisar Estado de Válvulas del Sistema. Revisar Enfriador de Aceite Hidráulico. Revisar Acumulador de Presión. Revisar Cilindros de Levante de Cucharón Delantero. Revisar Cilindro de Volteo de Cucharón Delantero. Revisar Estado del Cucharón Delantero. Revisar Uñas y Seguros del Cucharón Delantero. Revisar Cilindro del Boom. Revisar Cilindro del Stick. Revisar Cilindro del Bucket Posterior. Revisar Estado de Bucket Posterior. Revisar Uñas y Seguros del Bucket Posterior. Revisar Cilindro de Giro de Toda la Articulación del Cucharón Posterior. Revisar Cilindros de Brazos Estabilizadores. Revisar Estado de Gomas de las Barras Estabilizadoras. Otros.....			
<b>7.- ELECTRICO.</b> Revisar Estado de Baterias. Revisar Electrolito de las Baterias. Revisar Postes y Bornes de Batería. Revisar Cableado en General. Revisar Carga de Alternador. Realizar Limpieza a los Sensores. Revisar Luces de Trabajo Parte Delantera. Revisar Luces de Trabajo Parte Posterior. Revisar Luces Intermitentes de Advertencia. Revisar Luces de Freno. Revisar Luces de Estacionamiento. Revisar Luces Antiniebla. Revisar Circulina. Revisar Luces de Cabina. Revisar Alarma de Retroceso. Otros.....			
<b>8.- CHASIS Y CABINA</b> Lubricar Visagras de Puertas y Ventanillas. Limpiar Filtro de Calefacción. Revisar Todo el Panel de Control. Revisar Palancas de Accionamiento. Revisar Tanque de Agua de Limpiaparabrisas. Revisar Sistema de Limpiaparabrisas. Revisar Plumillas. Revisar Chapas de Puertas. Revisar Estado del Asiento. Revisar Cinturón de Seguridad. Revisar Seguros Trabadores de Agujón. Revisar Parabrisas en General. Revisar Espejos Retrovisores RH y LH. Revisar Espejo Retrovisor de Interior de Cabina. Revisar Rajaduras o Fisuras en todo el Chasis. Revisar Carrocería en General. Otros.....			

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**09.- LLANTAS**  
 Verificar Presión de Aire en los Neumáticos.  
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
 Revisar Frenos en los Aros.  
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
 Datos:


**10.- PRUEBA DE CALIDAD**

**TRABAJOS PENDIENTES:**

---



---



---



---

**MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)**

	Pos. Intern.	Interna	Externa
	Pos. 1		
	Pos. 2		
	Pos. 3		
	Pos. 4		

**Tec. Participante(s):**

1- \_\_\_\_\_

2- \_\_\_\_\_

3- \_\_\_\_\_

**Firma(s):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hr(s):**


**VºRº Supervisor**

Nombre: \_\_\_\_\_

Nº DNI: \_\_\_\_\_

**VºRº Conductor**

Nombre: \_\_\_\_\_

Nº DNI: \_\_\_\_\_


**Página 3**

DEVOLVER A DE. DE PLANEAMIENTO DE MANTEN.



Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 2000 horas programadas (Retroexcavadora CAT 420 E)

<b>PM-4</b>	<b>2000</b>		
<b>FAMILIA:</b>	<b>RETROEXCAVADORA</b>		
<b>EQUIPO:</b>			
Horometro Programado:	<input type="text"/>	Hr.	Tec. Responsable:
Fecha:	<input type="text"/>		
<b>EJECUTADO</b>	Horometro:	Hr.	Turno: <input type="text" value="Dia"/> <input type="text" value="Noche"/>
Tiempo Dedicado al PM:	<input type="text"/>	Hr.	Lugar de Trabajo:

MATERIALES A UTILIZAR:					SOLAMENTE PARA CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
3	GLS	ACEITE DE MOTOR 15W40	3E-9713			
1	F/A	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	7W-333G			
1	F/A	FILTRO DE COMBUSTIBLE	209-822D			
1	F/A	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE	306-729S			
1	F/A	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	2M4-5054			
1	F/A	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	327-744R			
4	GLS	ACEITE DE TRANSMISION 30W	8T-9572			
1	F/A	FILTRO DE TRANSMISION	119-4740			
11	GLS	ACEITE HIDRAULICO 20W	8T-9580			
1	F/A	FILTRO HIDRAULICO	12K-1877			
4.5	GLS	ACEITE DE DIFERENCIAL POSTERIOR 20W	8T-9573			
1	GLS	ACEITE DE MANDOS FINALES POSTERIORES (0.5 GLS C/U)	8T-9572			
1	GLS	ACEITE DE DIFERENCIAL DELANTERO 20W	8T-9570			
1	GLS	ACEITE DE MANDOS FINALES DELANTEROS (0.5 GLS C/U)	8T-9570			
0.25	GLS	ADITIVO PARA DIFERENCIAL DELANTERO				
2	M	MANEJERA PARA MUESTRO DE ACEITE	50S-FERREYROS		SIGNUM OIL ANALYSIS	
5	F/A	FRASCO PARA MUESTRO DE ACEITE	50S-FERREYROS		SIGNUM OIL ANALYSIS	
5	F/A	ETIQUETAS PARA FRASCOS DE MUESTRO DE ACEITE	50S-FERREYROS		SIGNUM OIL ANALYSIS	
1	F/A	BOMBA DE VACIO PARA OBTENER MUESTRAS	50S-FERREYROS			
1	KG	TRAMO INDUSTRIAL				

N° DE "BL" POR EJECUTAR:

Página 1

ACTIVIDADES A REALIZAR:	Del Record	Observaciones puntuales:
<b>1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO</b>		
<b>2.- MOTOR</b>		
Obtener Muestra de Aceite de Motor.		
Calibrar Motor de Combustión Interna.		
Cambiar Aceite de Motor.		
Cambiar Filtro de Aceite de Motor.		
Cambiar Filtro de Combustible.		
Cambiar Filtro Separador de Agua.		
Cambiar Filtro de Aire Primario.		
Cambiar Filtro de Aire Secundario.		
Cambiar Líquido Refrigerante.		
Revisar Nivel de Aceite Motor.		
Revisar Nivel de Refrigerante.		
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.		
Limpieza Bomba Elevadora de Combustible.		
Revisar Líneas del Sistema de Combustible.		
Revisar Faja de Ventilador de Motor.		
Revisar Funcionamiento de las Fajas.		
Revisar Ventilador.		
Revisar Estado del Radiador.		
Revisar Líneas del Sistema de Refrigeración.		
Limpieza Radiador. (5.0 a 80 psi)		
Revisar Turbocompresor.		
Revisar Líneas de Admisión de Aire.		
Revisar Líneas de Escape de Gases Contaminantes.		
Revisar Cableado eléctrico del Motor.		
Comprobar Apriete de Pernos de Montaje de Motor.		
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.		
Otros:.....		
<b>3.- TRANSMISION</b>		
Obtener Muestra de Aceite de Transmisión.		
Obtener Muestra de Aceite del Diferencial Delantero.		
Obtener Muestra de Aceite del Diferencial Posterior.		
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Delantero Derecho.		
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Delantero Izquierdo.		
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Posterior Derecho.		
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final Posterior Izquierdo.		
Cambiar Aceite de Transmisión.		
Cambiar Filtro de Aceite de Transmisión.		
Cambiar Aceite del Punto Delantero (Incluido Mandos Finales).		
Cambiar Aceite del Punto Posterior (Incluido Mandos Finales).		

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Revisar Palanca de Cambios.			
Revisar Fugas de Aceite en el Convertidor.			
Revisar Nivel de Aceite de Trasmisión.			
Revisar Fugas de Acite en la Trasmisión.			
Revisar Cableado Eléctrico de Trasmisión.			
Revisar Arbol de Propulsión Delantero.			
Revisar Crucetas de Arbol de Propulsión Delantero.			
Revisar Arbol de Propulsión Posterior.			
Revisar Crucetas de Arbol de Propulsión Posterior.			
Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes Del. y Post.			
Limpíar Respiraderos de los Diferenciales.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Delantero.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Delantero.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Posterior.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Posterior.			
Revisar Nivel de Aceite en los Mandos Finales Delanteros.			
Revisar Fugas de Aceite en los Mandos Finales Delanteros.			
Revisar Nivel de Aceite en los Mandos Finales Posteriores.			
Revisar Fugas de Aceite en los Mandos Finales Posteriores.			
Otros.....			
<b>4.- DIRECCIÓN.</b>			
Revisar Columna de Dirección.			
Revisar Fugas de Aceite en la Bomba HMU.			
Revisar Líneas del Sistema de Dirección.			
Revisar Cilindro de Dirección.			
Revisar Barras de Acoplamiento.			
Revisar Rodamientos de Mazas Delanteras.			
Revisar Bujes de Dirección.			
Revisar Rótulas de Dirección.			
Otros.....			
<b>5.- FRENOS.</b>			
Cambiar Aceite del Sistema de Frenos.			
Revisar Nivel de Aceite de Frenos.			
Revisar Fugas de Aceite en el Sistema de Frenos.			
Revisar Líneas del Sistema de Frenos.			
Revisar Pedales de Freno.			
Revisar Estado de Bomba Maestra de Freno.			
Revisar Estado del Freno de Estacionamiento.			
Otros.....			
<b>6.- HIDRÁULICO</b>			
Obtener Muestra de Aceite Hidráulico.			
Cambiar Aceite Hidráulico.			
Cambiar Filtro de Aceite Hidráulico.			
Cambiar Tapa de Tanque Hidráulico.			
Revisar Nivel de Aceite Hidráulico.			
Revisar Fugas de Aceite del Sistema Hidráulico.			
Revisar Estado del Tanque Hidráulico.			
Revisar Estado de Líneas Hidráulicas.			
Revisar Estado de Bomba de Aceite Hidráulico.			
Revisar Cardón de Bomba Hidráulica.			
Revisar Estado de Válvulas del Sistema.			
Revisar Enfriador de Aceite Hidráulico.			
Revisar Acumulador de Presión.			
Revisar Cilindros de Levante de Cucharón Delantero.			
Revisar Cilindro de Volteo de Cucharón Delantero.			
Revisar Estado del Cucharón Delantero.			
Revisar Uñas y Seguros del Cucharón Delantero.			
Revisar Cilindro del Boom.			
Revisar Cilindro del Stick.			
Revisar Cilindro del Bucket Posterior.			
Revisar Estado de Bucket Posterior.			
Revisar Uñas y Seguros del Bucket Posterior.			
Revisar Cilindro de Giro de Toda la Articulación del Cucharón Posterior.			
Revisar Cilindros de Brazos Estabilizadores.			
Revisar Estado de Gomas de las Barras Estabilizadoras.			
Otros.....			
<b>7.- ELECTRICO.</b>			
Revisar Estado de Baterías.			
Revisar Electrolito de las Baterías.			
Revisar Postes y Bornes de Batería.			
Revisar Cableado en General.			
Revisar Carga de Alternador.			
Realizar Limpieza a los Sensores.			
Revisar Luces de Trabajo Parte Delantero.			
Revisar Luces de Trabajo Parte Posterior.			
Revisar Luces Intermittentes de Advertencia.			
Revisar Luces de Freno.			
Revisar Luces de Estacionamiento.			
Revisar Luces Antiniebla.			
Revisar Circulina.			
Revisar Luces de Cabina.			
Revisar Alarma de Retroceso.			
Otros.....			

Página 2






Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<p>Revisar Cilindro del Cucharón. Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Cucharón. Revisar Pines y Bocinas del Cucharón (H). Revisar Estado del Cucharón. Revisar Seguros y Uñas del Cucharón. Revisar Lineas de Aceite de la Traslación. Revisar Motores de Traslación. Otros.....</p>					
<p><b>4.- TREN DE RODAMIENTO.</b> Revisar Tensión de la Cadena RH. Revisar Zapatas RH. Revisar Eslabones RH. Revisar Pasadores y Bocinas RH. Revisar Rueda Guía RH. Revisar Rodillos Superiores RH. Revisar Rodillos Inferiores RH. Revisar Rueda Dentada RH. Revisar Nivel de Aceite del Mando Final RH. Revisar Tensión de la Cadena LH. Revisar Zapatas LH. Revisar Eslabones LH. Revisar Pasadores y Bocinas LH. Revisar Rueda Guía LH. Revisar Rodillos Superiores LH. Revisar Rodillos Inferiores LH. Revisar Rueda Dentada LH. Revisar Nivel de Aceite del Mando Final LH. Otros.....</p>					
<p><b>5.- ELÉCTRICO.</b> Revisar Estado de Baterías. Revisar Nivel de Líquido de Baterías. Revisar Postes y Bornes de Batería. Revisar Sistema de Arranque. Revisar Sistema de Carga de Alternador. Revisar Cableado Eléctrico General. Revisar Estado de Sensores. Revisar Luces de Trabajo (Faros Sobre Cabina). Revisar Luz de Trabajo (Faro de la Pluma). Revisar Luz Posterior. Revisar Luz de Cabina. Revisar Alarma de Traslación. Revisar Circulina. Revisar Claxon. Revisar Funcionamiento del Sistema de Plumillas. Revisar Testigos. Revisar Sistema del Horómetro. Revisar Funcionamiento del Aire Acondicionado. Revisar Sistema de Radios AM/FM. Otros.....</p>					
<p><b>6.- CHASIS Y CABINA.</b> Lubricar Visagras de Puerta. Revisar Chapas de Puertas. Limpiar Filtro de Cabina. Revisar Todo el Panel de Control. Revisar Palancas de Accionamiento. Revisar Tanque de Agua de Limpiaparabrisas. Revisar Plumillas. Revisar Estado del Asiento. Revisar Cinturón de Seguridad. Revisar Parabrisas en General. Revisar Espejos Retrovisores RH y LH. Revisar Espejo Retrovisor Posterior. Revisar Rajaduras o Fisuras en todo el Chasis. Revisar Carrocería en General. Otros.....</p>					
<p><b>7.- PRUEBA DE CALIDAD</b></p>					
<p><b>TRABAJOS PENDIENTES :</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>					
<p><b>Tec. Participante(s) :</b></p> <p>1.- _____</p> <p>2.- _____</p> <p>3.- _____</p>	<p><b>Firma(s):</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><b>Hr(s):</b></p> <table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>			
<p>_____ VºBº Supervisor</p> <p>Nombre: _____ Nº DNI: _____</p>	<p>_____ VºBº Conductor</p> <p>Nombre: _____ Nº DNI: _____</p>				
<p>DELVOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO DE MANTTO</p>					

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 500 horas programadas (Excavadora CAT 320 DL)

<b>PM-2</b>	<b>500</b>		
<b>FAMILIA:</b>	<b>EXCAVADORA SOBRE ORUGAS</b>		
<b>EQUIPO:</b>			
Horometro Programado:		Hr.	
Fecha:			
<b>EJECUTADO</b>		Hr.	
Horometro:		Hr.	
Tiempo Dedicado al PM:		H.H.	
		<b>Tec. Responsable:</b>	
		<b>Turno:</b>	<input type="button" value="Dia"/> <input type="button" value="Noche"/>
		<b>Lugar de Trabajo:</b>	

MATERIALES A UTILIZAR:					SÓLO PARA CUANDO NO SE TENGA EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
5	LITR	ACEITE DE MOTOR 15W40	322-0713			
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	322-3195			
1	PZA	FILTRO DE AGUA	1K 1401			
1	PZA	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE	400-5396			
1	PZA	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	01-2901			
1	PZA	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	01-2902			
1	PZA	FILTRO HIDRÁULICO DE TANQUE	089-7931			
1	PZA	FILTRO HIDRÁULICO PILOTO	01-0070			
1	PZA	FILTRO HIDRÁULICO DE RETORNO	179-5508			
0	M	MANIFUENRA PARA MUESTREO DE ACEITE	805-4444444			
6	PZA	FRASCO PARA MUESTREO DE ACEITE	805-4444444			
6	PZA	ETIQUETAS PARA FRASCOS DE MUESTREO DE ACEITE	805-4444444			
1	PZA	HOJAS DE VALOR KANJON IN-INK MUNEKIN	805-4444444			
1	KG	TRAPO INDUSTRIAL				

ACTIVIDADES A REALIZAR:		OBSERVACIONES PUNTUALES	
<b>1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO</b>			
<b>2.- MOTOR</b>			
Obtener Muestra de Aceite de Motor.			
Obtener Muestra de Refrigerante.			
Cambiar Aceite de Motor.			
Cambiar Filtro de Aceite de Motor.			
Cambiar Filtro de Combustible.			
Cambiar Filtros Separadores de Agua.			
Cambiar Filtro de Aire Primario.			
Revisar Nivel de Aceite Motor.			
Revisar Nivel de Refrigerante.			
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.			
Limpiar Respiradero del Carter.			
Revisar Tanque de Combustible (Estado, Fugas).			
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.			
Revisar Líneas del Sistema de Combustible.			
Revisar Bomba Electromagnética.			
Revisar Bomba de Alimentación.			
Revisar Tanque de Expansión.			
Revisar y Limpiar Radiador. (P. aire=30 psi).			
Revisar Líneas del Sistema de Refrigeración.			
Revisar Faja de Ventilador y Alternador de Motor.			
Revisar Faja de Compresor de Refrigerante.			
Revisar Terceros de las Fajas.			
Revisar Ventilador.			
Revisar Turbocompresor.			
Revisar Líneas de Admisión de Aire.			
Revisar Estado de Filtro de Aire Secundario.			
Revisar Líneas de Escape de Gases Contaminantes.			
Revisar Sistema de la Válvula FGR.			
Revisar Cableado Eléctrico del Motor.			
Comprobar Apriete de Pernos de Montaje de Motor.			
Otros.....			
<b>3.- HIDRÁULICO</b>			
Obtener Muestra de Aceite Hidráulico.			
Revisar Nivel de Aceite Hidráulico.			
Revisar Estado del Tanque de Aceite Hidráulico.			
Limpiar Respiradero del Tanque Hidráulico.			
Revisar Líneas de Aceite Hidráulico.			
Revisar Bomba Principal.			
Revisar Válvulas Hidráulicas.			
Revisar Enfriador de Aceite Hidráulico.			
Revisar Líneas del Sistema de Giro.			
Revisar Nivel de Aceite de engranajes de Giro.			
Obtener Muestra de Aceite del la Caja Reductora de Giro.			
Revisar Líneas de Aceite de los Cilindros de la Pluma.			
Revisar Cilindros de la Pluma.			
Revisar Pines y Bocinas de los Cilindros de la Pluma.			
Revisar Líneas de Aceite del Cilindro del Brazo.			
Revisar Cilindro del Brazo.			
Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Brazo.			

Página 1

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<p>Revisar Líneas de Aceite del Cilindro de Cuchara.  Revisar Cilindro del Cucharón.  Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Cucharón.  Revisar Pines y Bocinas del Cucharón (H).  Revisar Estado del Cucharón.  Revisar Seguros y Uñas del Cucharón.  Revisar Líneas de Aceite de la Traslación.  Revisar Motores de Traslación.  Otros.....</p>						
<p><b>4.- TREN DE RODAMIENTO.</b>  Obtener Muestra de Aceite del Mando Final RH.  Obtener Muestra de Aceite del Mando Final LH.  Revisar Tensión de la Cadena RH.  Revisar Zapatas RH.  Revisar Eslabones RH.  Revisar Pasadores y Bocinas RH.  Revisar Rueda Guía RH.  Revisar Rodillos Superiores RH.  Revisar Rodillos Inferiores RH.  Revisar Rueda Dentada RH.  Revisar Nivel de Aceite del Mando Final RH.  Revisar Tensión de la Cadena LH.  Revisar Zapatas LH.  Revisar Eslabones LH.  Revisar Pasadores y Bocinas LH.  Revisar Rueda Guía LH.  Revisar Rodillos Superiores LH.  Revisar Rodillos Inferiores LH.  Revisar Rueda Dentada LH.  Revisar Nivel de Aceite del Mando Final LH.  Otros.....</p>						
<p><b>5.- ELÉCTRICO.</b>  Revisar Estado de Baterías.  Revisar Nivel de Líquido de Baterías.  Revisar Postes y Bornes de Batería.  Revisar Sistema de Arranque.  Revisar Sistema de Carga de Alternador.  Revisar Cableado Eléctrico General.  Revisar Estado de Sensores.  Revisar Luces de Trabajo (Faros Sobre Cabina).  Revisar Luz de Trabajo (Faro de la Pluma).  Revisar Luz Posterior.  Revisar Luz de Cabina.  Revisar Alarma de Traslación.  Revisar Circulina.  Revisar Claxon.  Revisar Funcionamiento del Sistema de Plumillas.  Revisar Testigos.  Revisar Sistema del Horómetro.  Revisar Funcionamiento del Aire Acondicionado.  Revisar Sistema de Radios AM/FM.  Otros.....</p>						
<p><b>6.- CHASIS Y CABINA.</b>  Lubricar Visagres de Puerta.  Revisar Chapas de Puertas.  Limpiar Filtro de Cabina.  Revisar Todo el Panel de Control.  Revisar Palancas de Accionamiento.  Revisar Tanque de Agua de Limpiaparabrisas.  Revisar Plumillas.  Revisar Estado del Asiento.  Revisar Cinturón de Seguridad.  Revisar Parabrisas en General.  Revisar Espejos Retrovisores RH y LH.  Revisar Espejo Retrovisor Posterior.  Revisar Rajaduras o Fisuras en todo el Chasis.  Revisar Carrocería en General.  Otros.....</p>						
<p><b>7.- PRUEBA DE CALIDAD</b></p>						
<p><b>TRABAJOS PENDIENTES :</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						
<p>Tec. Participante(s) :</p> <p>1- _____</p> <p>2- _____</p> <p>3- _____</p>	<p>Firma(s):</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Hr(s):</p> <table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
<p>_____  Nombre: _____  N° DNI: _____</p> <p style="text-align: center;">VºBº Supervisor</p>	<p>_____  Nombre: _____  N° DNI: _____</p> <p style="text-align: center;">VºBº Conductor</p>					
<p><b>DELVOLVER A QF. DE PLANEAMIENTO DE MANTTO</b></p>						

Página 2






Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<p>Revisar Pines y Bocinas de los Cilindros de la Pluma. Revisar Líneas de Aceite del Cilindro del Brazo. Revisar Cilindro del Brazo. Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Brazo. Revisar Líneas de Aceite del Cilindro de Cuchara. Revisar Cilindro del Cucharón. Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Cucharón. Revisar Pines y Bocinas del Cucharón (H). Revisar Estado del Cucharón. Revisar Seguros y Uñas del Cucharón. Revisar Líneas de Aceite de la Traslación. Revisar Motores de Traslación. Otros.....</p>						
<p><b>4.- TREN DE RODAMIENTO.</b> Obtener Muestra de Aceite del Mando Final RH. Obtener Muestra de Aceite del Mando Final LH. Cambiar Aceite de Mando Final RH. Cambiar Aceite de Mando Final LH. Revisar Tensión de la Cadena RH. Revisar Zapatas RH. Revisar Estabones RH. Revisar Pasadores y Bocinas RH. Revisar Rueda Guía RH. Revisar Rodillos Superiores RH. Revisar Rodillos Inferiores RH. Revisar Rueda Dentada RH. Revisar Nivel de Aceite del Mando Final RH. Revisar Tensión de la Cadena LH. Revisar Zapatas LH. Revisar Estabones LH. Revisar Pasadores y Bocinas LH. Revisar Rueda Guía LH. Revisar Rodillos Superiores LH. Revisar Rodillos Inferiores LH. Revisar Rueda Dentada LH. Revisar Nivel de Aceite del Mando Final LH. Otros.....</p>						
<p><b>5.- ELÉCTRICO.</b> Revisar Estado de Baterías. Revisar Nivel de Líquido de Baterías. Revisar Postes y Bornes de Batería. Revisar Sistema de Arranque. Revisar Sistema de Carga de Alternador. Revisar Cableado Eléctrico General. Revisar Estado de Sensores. Revisar Luces de Trabajo (Faro Sobre Cabina). Revisar Luz de Trabajo (Faro de la Pluma). Revisar Luz Posterior. Revisar Luz de Cabina. Revisar Alarma de Traslación. Revisar Circuito. Revisar Claxon. Revisar Funcionamiento del Sistema de Pluimitas. Revisar Testigos. Revisar Sistema del Horómetro. Revisar Funcionamiento del Aire Acondicionado. Revisar Sistema de Radios AM/FM. Otros.....</p>						
<p><b>6.- CHASIS Y CABINA.</b> Cambiar Filtro de Cabina. Lubricar Visagras de Puerta. Revisar Chapes de Puertas. Limpiar Filtro de Cabina. Revisar Todo el Panel de Control. Revisar Palancas de Accionamiento. Revisar Tanque de Agua de Limpaparabrisas. Revisar Pluimitas. Revisar Estado del Asiento. Revisar Cinturón de Seguridad. Revisar Parabrisas en General. Revisar Espejos Retrovisores RH y LH. Revisar Espejo Retrovisor Posterior. Revisar Rajaduras o Fisuras en todo el Chasis. Revisar Carrocería en General. Otros.....</p>						
<p><b>7.- PRUEBA DE CALIDAD</b></p>						
<p><b>TRABAJOS PENDIENTES :</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						
<p>Tec. Participante(s) :</p> <p>1.- _____</p> <p>2.- _____</p> <p>3.- _____</p>	<p>Firma(s):</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Hr(s):</p> <table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
<p>_____ VºBº Supervisor</p> <p>Nombre: _____ Nº DNI: _____</p>	<p>_____ VºBº Conductor</p> <p>Nombre: _____ Nº DNI: _____</p>					
<p>DEVOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO DE MANTTO</p>						

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 2000 horas programadas (Excavadora CAT 320 DL)

<b>PM-4</b>	<b>2000</b>			
<b>FAMILIA:</b>	<b>EXCAVADORA SOBRE ORUGAS</b>			
<b>EQUIPO:</b>				
<b>Horometro Programado:</b>	<input type="text"/>	Hr.		
	<b>Fecha:</b>	<input type="text"/>		
<b>EJECUTADO</b>	<b>Horometro:</b>	<input type="text"/>	Hr.	
	<b>Tiempo Dedicado al PM:</b>	<input type="text"/>	H.H.	
		<b>Tec. Responsable:</b>	<input type="text"/>	
		<b>Turno:</b>	<input type="text" value="Dia"/>	<input type="text" value="Noche"/>
		<b>Lugar de Trabajo:</b>	<input type="text"/>	

MATERIALES A UTILIZAR:					SOLO PARA CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
5	GLS	ACEITE DE MOTOR 15W40	3E-9713		MOBIL DELVAC 15W40	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	322-3155		--	
1	PZA	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1R-1804		--	
2	PZA	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE	438-5386		--	
1	PZA	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	6I-2501		--	
1	PZA	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	6I-2502		--	
1	PZA	FILTRO HIDRÁULICO DE TANQUE	093-7521		--	
1	PZA	FILTRO HIDRÁULICO PILOTO	5I-8670		--	
1	PZA	FILTRO HIDRÁULICO DE RETORNO	179-9806		--	
2	GLS	ACEITE DE MOTOR DE GIRO 50W	8T-9576		--	
4	GLS	ACEITE DE MANDOS FINALES 50W (2 GLS C/U)	8T-9576		--	
37	GLS	ACEITE HIDRÁULICO 10W	309-693		--	
6	M	MANGUERA PARA MUESTREO DE ACEITE	SOS-FERREYROS		SIGNUM OIL ANALYSIS	
6	PZA	FRASCO PARA MUESTREO DE ACEITE	SOS-FERREYROS		SIGNUM OIL ANALYSIS	
6	PZA	ETIQUETAS PARA FRASCOS DE MUESTREO DE ACEITE	SOS-FERREYROS		SIGNUM OIL ANALYSIS	
1	PZA	BOMBA DE VACIO PARA OBTENER MUESTRAS	SOS-FERREYROS		--	
1	KG	TRAPO INDUSTRIAL	--		--	

Página 1

**N° DE "BL" POR EJECUTAR:**

ACTIVIDADES A REALIZAR:	¿Se Realizo?	OBSERVACIONES PUNTALES
	S	NI
1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO		
2.- MOTOR		
Obtener Muestra de Aceite de Motor.		
Obtener Muestra de Refrigerante.		
Calibrar Motor de Combustión Interna.		
Cambiar Aceite de Motor.		
Cambiar Filtro de Aceite de Motor.		
Cambiar Filtro de Combustible.		
Cambiar Filtros Separadores de Agua.		
Cambiar Filtro de Aire Primario.		
Cambiar Filtro de Aire Secundario.		
Cambiar Líquido Refrigerante.		
Revisar Nivel de Aceite Motor.		
Revisar Nivel de Refrigerante.		
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.		
Limpiar Respiradero del Carter.		
Revisar Tanque de Combustible (Estado, Fugas)		
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.		
Revisar Líneas del Sistema de Combustible.		
Revisar Bomba Electromagnética.		
Revisar Bomba de Alimentación.		
Revisar Tanque de Expansión.		
Revisar y Limpiar Radiador. (P. aire=30 psi)		
Revisar Líneas del Sistema de Refrigeración.		
Revisar Faja de Ventilador y Alternador de Motor.		
Revisar Faja de Compresor de Refrigerante.		
Revisar Tensores de las Fajas.		

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.


Revisar Ventilador.			
Revisar Turbocompresor.			
Revisar Líneas de Admisión de Aire.			
Revisar Líneas de Escape de Gases Contaminantes.			
Revisar Sistema de la Válvula EGR.			
Revisar Cableado Eléctrico del Motor.			
Comprobar Apriete de Pernos de Montaje de Motor.			
Otros.....			
<b>3.- HIDRÁULICO</b>			
Obtener Muestra de Aceite Hidráulico.			
Cambiar Aceite Hidráulico.			
Cambiar Filtro Hidráulico de Retorno.			
Cambiar Filtro Hidráulico de Drenaje.			
Cambiar Filtro Hidráulico de Servos.			
Cambiar Filtro Hidráulico en Línea.			
Cambiar Filtro Hidráulico Plexus.			
Cambiar Filtro Hidráulico de Aspiración			
Cambiar Filtro Respiradero de Tanque Hidráulico.			
Revisar Nivel de Aceite Hidráulico.			
Revisar Estado del Tanque de Aceite Hidráulico.			
Limpia Respiradero del Tanque Hidráulico.			
Revisar Líneas de Aceite Hidráulico.			
Revisar Bomba Principal.			
Revisar Válvulas Hidráulicas.			
Revisar Enfriador de Aceite Hidráulico.			
Revisar Líneas del Sistema de Giro.			
Revisar Nivel de Aceite de Engranajes de Giro.			
Obtener Muestra de Aceite de la Caja Reductora de Giro.			
Cambiar Aceite del Mando de Rotación.			
Revisar Líneas de Aceite de los Cilindros de la Pluma.			
Revisar Cilindros de la Pluma.			
Revisar Pines y Bocinas de los Cilindros de la Pluma.			
Revisar Líneas de Aceite del Cilindro del Brazo.			
Revisar Cilindro del Brazo.			
Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Brazo.			
Revisar Líneas de Aceite del Cilindro de Cuchara.			
Revisar Cilindro del Cucharón.			
Revisar Pines y Bocinas del Cilindro del Cucharón.			
Revisar Pines y Bocinas del Cucharón (H).			
Revisar Estado del Cucharón.			
Revisar Seguros y Uñas del Cucharón.			
Revisar Líneas de Aceite de la Traslación.			
Revisar Motores de Traslación.			
Otros.....			
<b>4.- TREN DE RODAMIENTO.</b>			
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final RH.			
Obtener Muestra de Aceite del Mando Final LH.			
Cambiar Aceite de Mando Final RH.			
Cambiar Aceite de Mando Final LH.			
Revisar Tensión de la Cadena RH.			
Revisar Zapatas RH.			
Revisar Eslabones RH.			
Revisar Pasadores y Bocinas RH.			
Revisar Rueda Guía RH.			
Revisar Rodillos Superiores RH.			
Revisar Rodillos Inferiores RH.			
Revisar Rueda Dentada RH.			
Revisar Nivel de Aceite del Mando Final RH.			
Revisar Tensión de la Cadena LH.			
Revisar Zapatas LH.			
Revisar Eslabones LH.			
Revisar Pasadores y Bocinas LH.			
Revisar Rueda Guía LH.			
Revisar Rodillos Superiores LH.			
Revisar Rodillos Inferiores LH.			
Revisar Rueda Dentada LH.			
Revisar Nivel de Aceite del Mando Final LH.			
Otros.....			
<b>5.- ELÉCTRICO.</b>			
Revisar Estado de Baterías.			
Revisar Nivel de Líquido de Baterías.			
Revisar Postes y Bornes de Batería.			
Revisar Sistema de Arranque.			
Revisar Sistema de Carga de Alternador.			
Revisar Cableado Eléctrico General.			
Revisar Estado de Sensores.			
Revisar Luces de Trabajo (Faros Sobre Cabina).			
Revisar Luz de Trabajo (Faro de la Pluma).			
Revisar Luz Posterior.			

Página 2



Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 400 horas programadas (Volquete Volvo FMX 6X4 R)

<b>PM-1</b>	<b>400</b>	
<b>FAMILIA:</b>	<b>VOLQUETE</b>	
<b>EQUIPO:</b>		
Horometro Programado:	<input type="text"/> Hr.	
<b>EJECUTADO</b>	Fecha: <input type="text"/>	Tec. Responsable: <input type="text"/>
	Horometro: <input type="text"/> Hr.	Turno: <input type="button" value="Dia"/> <input type="button" value="Noche"/>
Tiempo Dedicado al PM:	<input type="text"/> H.H.	Lugar de Trabajo: <input type="text"/>

MATERIALES A CAMBIAR:					SOLO PARA CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
10	GLS	ACEITE DE MOTOR 15W40	85102465 (VDS 3)		MOBIL DELVAC 15W40	
1	FZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR BY-PASS	477556		LF3654 (FLEETGUARD)	
2	FZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR LONG LIFE	478736		LF3675 (FLEETGUARD)	
1	FZA	FILTRO DE COMBUSTIBLE	20972393		FF5507 (FLEETGUARD)	
1	FZA	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	20879812		FS19735 (FLEETGUARD)	
N° DE "BL" POR EJECUTAR:						

ACTIVIDADES A REALIZAR:	E	I	A	OBSERVACIONES PUNTUALES
<b>1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO</b>				
<b>2.- MOTOR</b>				
Cambiar Aceite de Motor.				
Cambiar Filtro de Aceite Long Life.				
Cambiar Filtro de Aceite By Pass.				
Cambiar Filtro de Combustible.				
Cambiar Filtro Separador de Agua.				
Revisar Nivel de Aceite Motor.				
Revisar Nivel de Refrigerante.				
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.				
Revisar Faja de Ventilador de Motor y Bomba de Refrigerante.				
Revisar Faja de Compresor de AC y Alternador.				
Revisar Tensores de las Fajas.				
Revisar Ventilador.				
Revisar Estado del Radiador.				
Limpia Radiador y Enfriador de Aceite (P. aire=30 psi)				
Revisar Lineas de Admisión de Aire.				
Revisar Estado de Filtro de Aire Primario.				
Revisar Estado de Filtro de Aire Secundario.				
Revisar Lineas de Escape de Gases Contaminantes.				
Revisar Cableado Eléctrico del Motor.				
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.				
Obtener Muestra de Aceite de Motor.				
Obtener Muestra de Refrigerante.				
Otros.....				
<b>3.- DIRECCIÓN</b>				
Revisar Nivel de Aceite.				
Revisar Fugas de Aceite.				
Revisar Terminales.				
Revisar Rodamientos delanteros.				
Obtener Muestra de Aceite de Dirección.				
Otros.....				

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<b>4.- HIDRAULICO</b>			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Fugas de Aceite.			
Revisar Respiradero de Tanque Hidráulico.			
Revisar Mando Neumático de Accionamiento.			
Revisar Válvula Control de Levante de Tolva.			
Revisar Telescopico de Levante de Tolva.			
Otros.....			
<b>5.- TRANSMISION</b>			
Revisar Nivel de Liquido de Embrague.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Respiradero de Caja de Cambios.			
Revisar Fugas de Aceite y Aire.			
Medir Desgaste de Discos de Embrague.			
Obtener Muestra de Aceite de Caja de Cambios.			
Revisar Juego en Crucetas.			
Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Nivel de Aceite en los Cubos Reductores.			
Revisar Fugas de Aceite en los Cubos Reductores.			
Obtener Muestra de Aceite de Cubos Reductores.			
Otros.....			
<b>6.- FRENOS</b>			
Inspeccionar Carga de Compresor de Aire.			
Revisar Fugas de Aire en el Sistema de Frenos.			
Drenar Agua de Tanques de Aire.			
Inspeccionar Forros de Zapatas Delanteros y Posteriores.			
Otros.....			
<b>7.- CABINA</b>			
Revisar Filtro de Cabina.			
Revisar Nivel de Agua de Limpiaparabrisas.			
Revisar Amortiguadores de Cabina			
Revisar Estado de los Limpiaparabrisas.			
Revisar Estado de los Parabrisas, Delantero y Laterales.			
Revisar Cinturón de Seguridad.			
Revisar Estado de los Espejos Retrovisores.			
Revisar Estado de los Controles en el Panel.			
Otros.....			
<b>8.- ELECTRICO</b>			
Revisar Luces de Estacionamiento.			
Revisar Luces de Circulación (Luz Larga y de Cruce).			
Revisar Luz Larga y Luces Adicionales (Faros de Largo Alcance).			
Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.			
Revisar Luces de Freno.			
Revisar Luz Antiniebla.			
Revisar Luz de Faro Pirata (Retocesos).			
Revisar Circulina.			
Revisar Luces de Cabina.			
Revisar Luces de Tolva.			
Revisar Alarma de Retocesos.			
Revisar Estado y Electrolito de Baterias.			
Otros.....			
<b>9.- CHASIS Y SUSPENSION</b>			
Inspeccionar Pines y Bocinas de Bisagra de Tolva.			
Revisar Planchas de Piso de Tolva.			
Revisar Travesaño.			
Revisar Amortiguadores.			
Revisar Barra de Reacción.			
Revisar Barra en "V".			
Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.			
Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.			
Verificar y Reajustar Guardas.			
Otros.....			

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**10.- LLANTAS**  
 Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.  
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
 Revisar Fisuras en los Aros.  
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
 Otros.....


**11.- PRUEBA DE CALIDAD**

--	--	--

**TRABAJOS PENDIENTES :**  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

MEDIDA FORROS DE FRENOS (mm)			LH	RH
1er. Eje	Sup.			
	Inf.			
2do. Eje	Sup.			
	Inf.			
3er. Eje	Sup.			
	Inf.			

MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)				Pos. Neum.	Interna	Externa
1	2	3	4	Pos. 1		
				Pos. 2		
5	6	7	8	Pos. 3		
				Pos. 4		
9	10	11	12	Pos. 5		
				Pos. 6		
13	14	15	16	Pos. 7		
				Pos. 8		
17	18	19	20	Pos. 9		
				Pos. 10		

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

**Tec. Participante(s) :**  
 1.- \_\_\_\_\_  
 2.- \_\_\_\_\_  
 3.- \_\_\_\_\_

**Firma(s):** \_\_\_\_\_

**Hr(s):**  


Página 3

\_\_\_\_\_  
V°B° Supervisor

Nombre: \_\_\_\_\_  
N° DNI: \_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_  
V°B° Conductor

Nombre: \_\_\_\_\_  
N° DNI: \_\_\_\_\_

DELVOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO D

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 1200 horas programadas (Volquete Volvo FMX 6X4 R)

<b>PM-2</b>	<b>1200</b>	
<b>FAMILIA:</b>	<b>VOLQUETE</b>	
<b>EQUIPO:</b>		
Horometro Programado:	<input type="text"/>	Hr.
EJECUTADO	Fecha:	<input type="text"/>
Horometro:	<input type="text"/>	Hr.
Turno:	<input type="text" value="Dia"/>	<input type="text" value="Noche"/>
Tiempo Dedicado al PM:	<input type="text"/>	H.H.
Tec. Responsable:	<input type="text"/>	
Lugar de Trabajo:	<input type="text"/>	

MATERIALES A CAMBIAR:					SOLO PARA CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
10	GLS	ACEITE DE MOTOR 15W40	85102465 (VD53)		MOBIL DELVAC 15W40	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR BY-PASS	477556		1F3654 (FLEETGUARD)	
2	PZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR LONG LIFE	478736		1F3675 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO DE COMBUSTIBLE	20972293		FF5507 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	20879812		FS19735 (FLEETGUARD)	
4	GLS	ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 80W90	—		MOBILUBE HD 80W90	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	85108176		HF35361 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	8149064		AF25631 (FLEETGUARD)	

N° DE "BL" POR EJECUTAR:

ACTIVIDADES A REALIZAR:	OBSERVACIONES PUNTUALES
<b>1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO</b>	<input type="text"/>
<b>2.- MOTOR</b>	<input type="text"/>
Cambiar Aceite de Motor.	<input type="text"/>
Cambiar Filtro de Aceite Long Life.	<input type="text"/>
Cambiar Filtro de Aceite By Pass.	<input type="text"/>
Cambiar Filtro de Combustible.	<input type="text"/>
Cambiar Filtro Separador de Agua.	<input type="text"/>
Cambiar Filtro de Aire Primario.	<input type="text"/>
Revisar Nivel de Aceite Motor.	<input type="text"/>
Revisar Nivel de Refrigerante.	<input type="text"/>
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.	<input type="text"/>
Revisar Faja de Ventilador de Motor y Bomba de Refrigerante.	<input type="text"/>
Revisar Faja de Compresor de AC y Alternador.	<input type="text"/>
Revisar Tensores de las Fajas.	<input type="text"/>
Revisar Ventilador.	<input type="text"/>
Revisar Estado del Radiador.	<input type="text"/>
Limpiar Radiador y Enfriador de Aceite (P. aire=30 psi)	<input type="text"/>
Revisar Lineas de Admisión de Aire.	<input type="text"/>
Revisar Estado de Filtro de Aire Secundario.	<input type="text"/>
Revisar Lineas de Escape de Gases Contaminantes.	<input type="text"/>
Revisar Cableado Eléctrico del Motor.	<input type="text"/>
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.	<input type="text"/>
Obtener Muestra de Aceite de Motor.	<input type="text"/>
Obtener Muestra de Refrigerante.	<input type="text"/>
Otros.....	<input type="text"/>
<b>3.- DIRECCIÓN</b>	<input type="text"/>
Revisar Nivel de Aceite.	<input type="text"/>
Revisar Fugas de Aceite.	<input type="text"/>
Revisar Terminales.	<input type="text"/>
Revisar Rodamientos Delanteros.	<input type="text"/>
Obtener Muestra de Aceite de Dirección.	<input type="text"/>
Otros.....	<input type="text"/>



Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<b>4.- HIDRAULICO</b>			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Fugas de Aceite.			
Revisar Respiradero de Tanque Hidráulico.			
Revisar Mando Neumático de Accionamiento.			
Revisar Válvula Control de Levante de Tolva.			
Revisar Telescopico de Levante de Tolva.			
Otros.....			
<b>5.- TRANSMISION</b>			
Cambiar Aceite de Caja de Cambios.			
Cambiar Filtro de Aceite de Caja de Cambios.			
Revisar Nivel de Líquido de Embrague.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Respiradero de Caja de Cambios.			
Revisar Fugas de Aceite y Aire.			
Medir Desgaste de Discos de Embrague.			
Obtener Muestra de Aceite de Caja de Cambios.			
Revisar Juego en Crucetas.			
Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Nivel de Aceite en los Cubos Reductores.			
Revisar Fugas de Aceite en los Cubos Reductores.			
Obtener Muestra de Aceite de Cubos Reductores.			
Otros.....			
<b>6.- FRENOS</b>			
Inspeccionar Carga de Compresor de Aire.			
Revisar Fugas de Aire en el Sistema de Frenos.			
Drenar Agua de Tanques de Aire.			
Inspeccionar Forros de Zapatas Delanteros y Posteriores.			
Otros.....			
<b>7.- CABINA</b>			
Revisar Filtro de Cabina.			
Revisar Nivel de Agua de Limpiaparabrisas.			
Revisar Amortiguadores de Cabina			
Revisar Estado de los Limpiaparabrisas.			
Revisar Estado de los Parabrisas, Delantero y Laterales.			
Revisar Cinturón de Seguridad.			
Revisar Estado de los Espejos Retrovisores.			
Revisar Estado de los Controles en el Panel.			
Otros.....			
<b>8.- ELECTRICO</b>			
Revisar Luces de Estacionamiento.			
Revisar Luces de Circulación (Luz Larga y de Cruce).			
Revisar Luz Larga y Luces Adicionales (Faros de Largo Alcance).			
Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.			
Revisar Luces de Freno.			
Revisar Luz Antiniebla.			
Revisar Luz de Faro Pirata (Retroseso).			
Revisar Circulina.			
Revisar Luces de Cabina.			
Revisar Luces de Tolva.			
Revisar Alarma de Retroseso.			
Revisar Estado y Electrolito de Baterías.			
Otros.....			
<b>9.- CHASIS Y SUSPENSION</b>			
Inspeccionar Pines y Bocinas de Bisagra de Tolva.			
Revisar Planchas de Piso de Tolva.			
Revisar Travesaño.			
Revisar Amortiguadores.			
Revisar Barra de Reacción.			
Revisar Barra en "V".			
Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.			
Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.			
Verificar y Reajustar Guardas.			
Otros.....			

Página 2

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**10.- LLANTAS**  
 Verificar Presión de Aire en los Neumáticos.  
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
 Revisar Fisuras en los Aros.  
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
 Otros.....


**11.- PRUEBA DE CALIDAD**

--	--	--











**TRABAJOS PENDIENTES :**

.....

.....

.....

MEDIDA FORROS DE FRENOS (mm)			LH	RH
1er. Eje	Sup.			
	Inf.			
2do. Eje	Sup.			
	Inf.			
3er. Eje	Sup.			
	Inf.			

MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)			Pos. Neum.	Interna	Externa	
1		2		Pos. 1		
				Pos. 2		
3		4		Pos. 3		
				Pos. 4		
5		6		Pos. 5		
				Pos. 6		
7		8		Pos. 7		
				Pos. 8		
9		10		Pos. 9		
				Pos. 10		

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

**Tec. Participante(s) :** \_\_\_\_\_

**Firma(s):** \_\_\_\_\_

**Hr(s):** \_\_\_\_\_

1.- \_\_\_\_\_

2.- \_\_\_\_\_

3.- \_\_\_\_\_

Página 3

Nombre: \_\_\_\_\_ V<sup>B</sup> Supervisor

N° DNI: \_\_\_\_\_


Nombre: \_\_\_\_\_ V<sup>B</sup> Conductor

N° DNI: \_\_\_\_\_

DEL VOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO D

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 2400 horas programadas (Volquete Volvo FMX 6X4 R)

<b>PM-3</b>	<b>2400</b>	
<b>FAMILIA:</b>	<b>VOLQUETE</b>	
<b>EQUIPO:</b>		
Horometro Programado:	<input type="text"/> Hr.	
	Fecha:	<input type="text"/>
<b>EJECUTADO</b>	Horometro:	<input type="text"/> Hr.
	Tiempo Dedicado al PM:	<input type="text"/> H.H.
Tec. Responsable:		<input type="text"/>
Turno:		<input type="button" value="Dia"/> <input type="button" value="Noche"/>
Lugar de Trabajo:		<input type="text"/>

MATERIALES A CAMBIAR:				SOLAMENTE PARA CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	
10	GLS	ACEITE DE MOTOR 15W40	85102465 (VDS 3)		
1	FZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR BY-PASS	477556		
2	FZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR LONG LIFE	478736		
1	FZA	FILTRO DE COMBUSTIBLE	20972293		
1	FZA	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	20879812		
1	FZA	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	8140064		
1	FZA	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21041296		
4	GLS	ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 80W90	—		
1	FZA	FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	85108176		
1	GLS	ACEITE DE DIRECCION	—		
1	FZA	FILTRO DE ACEITE DE DIRECCION	349610		
1	FZA	FILTRO SECADOR DE AIRE	2097215 ó 21620181		
1	FZA	FILTRO DE REFRIGERANTE	20532237		
1	FZA	FILTRO VENTILACION TANQUE COMBUSTIBLE	3944785		
16	GLS	ACEITE PARA EJES POSTERIORES (DIF. Y CURBOS)	—		

N/P ALTERNAT.	OK
MOBIL DELVAC 15W40	
LF3654 (FLEETGUARD)	
LF3675 (FLEETGUARD)	
FF5507 (FLEETGUARD)	
FS19735 (FLEETGUARD)	
AF2631 (FLEETGUARD)	
AF26162 (FLEETGUARD)	
MOBILUBE HD 80W90	
HF35361 (FLEETGUARD)	
MOBIL ATF 220	
HF6162 (FLEETGUARD)	
—	
HF2096 (FLEETGUARD)	
AF4895 (FLEETGUARD)	
MOBILUBE HD 85W140	

N° de "BL" POR EJECUTAR:

ACTIVIDADES A REALIZAR:	OBSERVACIONES PUNTALES
1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO	
2.- MOTOR	
Calibrar Motor de Combustión Interna.	
Cambiar Aceite de Motor.	
Cambiar Filtro de Aceite Long Life.	
Cambiar Filtro de Aceite By Pass.	
Cambiar Filtro de Combustible.	
Cambiar Filtro Separador de Agua.	
Cambiar Filtro de Aire Primario.	
Cambiar Filtro de Aire Secundario.	
Cambiar Filtro Refrigerante.	
Cambiar Filtro de Ventilación de Tanque de Combustible.	
Revisar Nivel de Aceite Motor.	
Revisar Nivel de Refrigerante.	
Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.	
Revisar Faja de Ventilador de Motor y Bomba de Refrigerante.	
Revisar Faja de Compresor de AC y Alternador.	
Revisar Tensores de las Fajas.	
Revisar Ventilador.	
Revisar Estado del Radiador.	
Limpia Radiador y Enfríador de Aceite (P. aire=30 psi)	
Revisar Líneas de Admisión de Aire.	
Revisar Líneas de Escape de Gases Contaminantes.	
Revisar Cableado Eléctrico del Motor.	
Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.	
Obtener Muestra de Aceite de Motor.	
Obtener Muestra de Refrigerante.	
Otros	

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<b>3.- DIRECCIÓN</b>			
Cambiar Aceite de Dirección.			
Cambiar Filtro de Aceite de Dirección.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Fugas de Aceite.			
Revisar Terminales.			
Revisar Rodamientos Delanteros.			
Obtener Muestra de Aceite de Dirección.			
Otros.....			
<b>4.- HIDRAULICO</b>			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Fugas de Aceite.			
Revisar Respiradero de Tanque Hidráulico.			
Revisar Mando Neumático de Accionamiento.			
Revisar Válvula Control de Levante de Tolva.			
Revisar Telescopico de Levante de Tolva.			
Otros.....			
<b>5.- TRANSMISION</b>			
Cambiar Aceite de Caja de Cambios.			
Cambiar Filtro de Aceite de Caja de Cambios.			
Cambiar Aceite de los Ejes Posteriores (Diferenciales y Cubos).			
Revisar Nivel de Líquido de Embrague.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Respiradero de Caja de Cambios.			
Revisar Fugas de Aceite y Aire.			
Medir Desgaste de Discos de Embrague.			
Obtener Muestra de Aceite de Caja de Cambios.			
Revisar Juego en Crucetas.			
Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Nivel de Aceite en los Cubos Reductores.			
Revisar Fugas de Aceite en los Cubos Reductores.			
Obtener Muestra de Aceite de Cubos Reductores.			
Otros.....			
<b>6.- FRENOS</b>			
Cambiar Filtro Secador de Aire.			
Inspeccionar Carga de Compresor de Aire.			
Revisar Fugas de Aire en el Sistema de Frenos.			
Drenar Agua de Tanques de Aire.			
Inspeccionar Forros de Zapatas Delanteros y Posteriores.			
Otros.....			
<b>7.- CABINA</b>			
Revisar Filtro de Cabina.			
Revisar Nivel de Agua de Limpiaparabrisas.			
Revisar Amortiguadores de Cabina			
Revisar Estado de los Limpiaparabrisas.			
Revisar Estado de los Parabrisas, Delantero y Laterales.			
Revisar Cinturón de Seguridad.			
Revisar Estado de los Espejos Retrovisores.			
Revisar Estado de los Controles en el Panel.			
Otros.....			
<b>8.- ELECTRICO</b>			
Revisar Luces de Estacionamiento.			
Revisar Luces de Circulación (Luz Larga y de Cruce).			
Revisar Luz Larga y Luces Adicionales (Faros de Largo Alcance).			
Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.			
Revisar Luces de Freno.			
Revisar Luz Antiniebla.			
Revisar Luz de Faro Pirata (Retocesos).			
Revisar Circulina.			
Revisar Luces de Cabina.			
Revisar Luces de Tolva.			
Revisar Alarma de Retocesos.			
Revisar Estado y Electrolito de Baterías.			
Otros.....			

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**9.- CHASIS Y SUSPENSION**  
 Inspeccionar Pines y Bocinas de Bisagra de Tolva.  
 Revisar Planchas de Piso de Tolva.  
 Revisar Travesaño.  
 Revisar Amortiguadores.  
 Revisar Barra de Reacción.  
 Revisar Barra en "V".  
 Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.  
 Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.  
 Verificar y Reajustar Guardas.  
 Otros.....


**10.- LLANTAS**  
 Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.  
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
 Revisar Fisuras en los Aros.  
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
 Otros.....


**11.- PRUEBA DE CALIDAD**

**TRABAJOS PENDIENTES :**  
 .....  
 .....  
 .....

MEDIDA FORROS DE FRENOS (mm)			LH	RH
1er. Eje	Sup.			
	Inf.			
2do. Eje	Sup.			
	Inf.			
3er. Eje	Sup.			
	Inf.			

MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)				Pos. Neum.	Interna	Externa
1	2	3	4	Pos. 1		
				Pos. 2		
5	6	7	8	Pos. 3		
				Pos. 4		
9	10	11	12	Pos. 5		
				Pos. 6		
13	14	15	16	Pos. 7		
				Pos. 8		
17	18	19	20	Pos. 9		
				Pos. 10		

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

**Tec. Participante(s) :**  
 1.- \_\_\_\_\_  
 2.- \_\_\_\_\_  
 3.- \_\_\_\_\_

**Firma(s):**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Hr(s):**  


\_\_\_\_\_  
 V°B° Supervisor

Nombre: \_\_\_\_\_  
 N° DNI: \_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_  
 V°B° Conductor

Nombre: \_\_\_\_\_  
 N° DNI: \_\_\_\_\_

**DELVOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO D**

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

Para 4800 horas programadas (Volquete Volvo FMX 6X4 R)

<b>PM-4</b>	<b>4800</b>	
<b>FAMILIA:</b>	<b>VOLQUETE</b>	
<b>EQUIPO:</b>		
Horometro Programado: <input type="text"/> Hr.	Fecha: <input type="text"/>	
<b>EJECUTADO</b>	Horometro: <input type="text"/> Hr.	Tec. Responsable: <input type="text"/>
Turno: <input type="text"/> <input type="text"/>	Turno: <input type="text"/> <input type="text"/>	
Tiempo Dedicado al PM: <input type="text"/> H.H.	Lugar de Trabajo: <input type="text"/>	

MATERIALES A CAMBIAR:					SOLAMENTE CUANDO NO SE TIENE EL MATERIAL PRINCIPAL	
CANT.	U/M	DESCRIPCION	N/P ORIGINAL	OK	N/P ALTERNAT.	OK
10	GLS	ACEITE DE MOTOR 15W40	85102465 (VD-5 3)		MOBIL DELVAC 15W40	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR BY-PASS	477556		LF3654 (FLEETGUARD)	
2	PZA	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR LONG LIFE	478736		LF3675 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO DE COMBUSTIBLE	20972293		FF5507 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	20879812		FS19735 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	8149064		AF25621 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21043296		AF26162 (FLEETGUARD)	
4	GLS	ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 80W90	---		MOBILUBE HD 80W90	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	85108176		HF35361 (FLEETGUARD)	
1	GLS	ACEITE DE DIRECCION	---		MOBIL ATF 220	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE DE DIRECCION	348619		HFG162 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO SECADOR DE AIRE	2097215 ó 21620181		---	
1	PZA	FILTRO DE REFRIGERANTE	20532237		HFG096 (FLEETGUARD)	
1	PZA	FILTRO VENTILACION TANQUE COMBUSTIBLE	3944785		AF4895 (FLEETGUARD)	
10	GLS	ACEITE PARA EJES POSTERIORES (DIF. Y CUBOS)	---		MOBILUBE HD 85W140	
1	PZA	FILTRO DE CABINA	8143691		AF25305 (FLEETGUARD)	
1	LT	LIQUIDO DE EMBRAGUE (SI ES NECESARIO)	---		---	
13	GLS	REFRIGERANTE	---		MOBIL MINING COOLANT	
---	GLN	ACEITE HIDRAULICO SIST. LEVANTE TOLVA	---		---	
1	PZA	FILTRO DE ACEITE HYD SIST. LEVANTE TOLVA	---		---	

N° DE "BL" POR EJECUTAR:

Se Realizo?

ACTIVIDADES A REALIZAR:  OBSERVACIONES PUNTALES:

**1.- LAVADO GENERAL DEL EQUIPO**

**2.- MOTOR**

Calibrar Motor de Combustión Interna.  
 Cambiar Aceite de Motor.  
 Cambiar Líquido Refrigerante.  
 Cambiar Filtro de Aceite Long Life.  
 Cambiar Filtro de Aceite By Pass.  
 Cambiar Filtro de Combustible.  
 Cambiar Filtro Separador de Agua.  
 Cambiar Filtro de Aire Primario.  
 Cambiar Filtro de Aire Secundario.  
 Cambiar Filtro Refrigerante.  
 Cambiar Filtro de Ventilación de Tanque de Combustible.  
 Revisar Nivel de Aceite Motor.  
 Revisar Nivel de Refrigerante.  
 Revisar Fugas de Aceite, Combustible y Refrigerante de Motor.  
 Revisar Faja de Ventilador de Motor y Bomba de Refrigerante.  
 Revisar Faja de Compresor de AC y Alternador.  
 Revisar Tensores de las Fajas.  
 Revisar Ventilador.  
 Revisar Estado del Radiador.  
 Limpiar Radiador y Enfrizador de Aceite (P. aire=30 psi)  
 Revisar Líneas de Admisión de Aire.  
 Revisar Líneas de Escape de Gases Contaminantes.  
 Revisar Cableado Eléctrico del Motor.  
 Drenar Agua y Sedimentos del Tanque Combustible.  
 Obtener Muestra de Aceite de Motor.  
 Obtener Muestra de Refrigerante.  
 Otros

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

<b>3.- DIRECCIÓN</b>			
Cambiar Aceite de Dirección.			
Cambiar Filtro de Aceite de Dirección.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Fugas de Aceite.			
Revisar Terminales.			
Revisar Rodamientos Delanteros.			
Obtener Muestra de Aceite de Dirección.			
Otros.....			
<b>4.- HIDRAULICO</b>			
Cambiar Aceite del Sistema de Levante de Tolva.			
Cambiar Filtro del Sistema de Levante de Tolva.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Fugas de Aceite.			
Revisar Respiradero de Tanque Hidráulico.			
Revisar Mando Neumático de Accionamiento.			
Revisar Válvula Control de Levante de Tolva.			
Revisar Telescopico de Levante de Tolva.			
Otros.....			
<b>5.- TRANSMISION</b>			
Cambiar Aceite de Caja de Cambios.			
Cambiar Filtro de Aceite de Caja de Cambios.			
Cambiar Aceite de los Ejes Posteriores (Diferenciales y Cubos).			
Revisar Nivel de Liquido de Embrague.			
Revisar Nivel de Aceite.			
Revisar Respiradero de Caja de Cambios.			
Revisar Fugas de Aceite y Aire.			
Medir Desgaste de Discos de Embrague.			
Obtener Muestra de Aceite de Caja de Cambios.			
Revisar Juego en Crucetas.			
Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes.			
Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Del. Y Post.			
Revisar Nivel de Aceite en los Cubos Reductores.			
Revisar Fugas de Aceite en los Cubos Reductores.			
Obtener Muestra de Aceite de Cubos Reductores.			
Otros.....			
<b>6.- FRENOS</b>			
Cambiar Filtro Secador de Aire.			
Inspeccionar Carga de Compresor de Aire.			
Revisar Fugas de Aire en el Sistema de Frenos.			
Drenar Agua de Tanques de Aire.			
Inspeccionar Forros de Zapatas Delanteros y Posteriores.			
Otros.....			
<b>7.- CABINA</b>			
Cambiar Filtro de Cabina.			
Revisar Nivel de Agua de Limpiaparabrisas.			
Revisar Amortiguadores de Cabina			
Revisar Estado de los Limpiaparabrisas.			
Revisar Estado de los Parabrisas, Delantero y Laterales.			
Revisar Cinturón de Seguridad.			
Revisar Estado de los Espejos Retrovisores.			
Revisar Estado de los Controles en el Panel.			
Otros.....			
<b>8.- ELECTRICO</b>			
Revisar Luces de Estacionamiento.			
Revisar Luces de Circulación (Luz Larga y de Cruce).			
Revisar Luz Larga y Luces Adicionales (Faros de Largo Alcance).			
Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.			
Revisar Luces de Freno.			
Revisar Luz Antiniebla.			
Revisar Luz de Faro Pirata (Retocesos).			
Revisar Circulina.			
Revisar Luces de Cabina.			
Revisar Luces de Tolva.			
Revisar Alarma de Retocesos.			
Revisar Estado y Electrolito de Baterías.			
Otros.....			
<b>9.- CHASIS Y SUSPENSION</b>			
Inspeccionar Pines y Bocinas de Bisagra de Tolva.			
Revisar Planchas de Piso de Tolva.			
Revisar Travesaño.			
Revisar Amortiguadores.			
Revisar Barra de Reacción.			
Revisar Barra en "V".			
Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.			
Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.			
Verificar y Reajustar Guardas.			
Otros.....			

Aplicación de la metodología RCM mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021.

**10.- LLANTAS**  
 Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.  
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.  
 Revisar Fisuras en los Aros.  
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.  
 Otros.....


**11.- PRUEBA DE CALIDAD**

--	--	--

**TRABAJOS PENDIENTES :**  
 .....  
 .....  
 .....

MEDIDA FORROS DE FRENOS (mm)			
		LH	RH
1er. Eje	Sup.		
	Inf.		
2do. Eje	Sup.		
	Inf.		
3er. Eje	Sup.		
	Inf.		

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

MEDIDA DE REMANENTE DE NEUMÁTICOS (mm)				
		Pos. Neum.	Interna	Externa
1	2	Pos. 1		
		Pos. 2		
3	4	Pos. 3		
		Pos. 4		
5	6	Pos. 5		
		Pos. 6		
7	8	Pos. 7		
		Pos. 8		
9	10	Pos. 9		
		Pos. 10		

Página 3

**Tec. Participante(s) :**  
 1.- \_\_\_\_\_  
 2.- \_\_\_\_\_  
 3.- \_\_\_\_\_

**Firma(s):** \_\_\_\_\_

**Hr(s):**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 V°B° Supervisor

Nombre: \_\_\_\_\_  
 N° DNI: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 V°B° Conductor

Nombre: \_\_\_\_\_  
 N° DNI: \_\_\_\_\_

DELVOLVER A OF. DE PLANEAMIENTO D

Fuente: El autor y Caterpillar



Anexo 5: Formato Check-List

<b>CHECK LIST DE MAQUINARIA</b>					
<b>Máquina :</b>					
<b>Fecha:</b>					
<b>Responsable del Check-List:</b>					
<b>Revisiones básicas de mantenimiento predictivo</b>		<b>Antes de comenzar el trabajo</b>	<b>Diariamente</b>	<b>Semanalmente</b>	<b>Según las necesidad</b>
Máquina completa	Control visual				
	Limpieza				
Nivel de aceite, fugas de aceite	Control visual				
	Rellenado				
Neumáticos	Control visual				
	Sustitución				
Cadenas	Control visual				
	Sustitución				
Luces, rotativos y avisadores acústicos de movimiento	Control visual				
	Sustitución				
Frenos	Comprobar				
	Servicio técnico				
Placas de instrucciones y señales	Control visual				
	Cambio				
Mandos en vacío	Comprobar				
	Servicio técnico				
Parada de emergencia	Comprobar				
	Servicio técnico				
Conexiones eléctricas	Comprobar				
	Servicio técnico				
Puerta de acceso	Comprobar				
	Servicio técnico				
Interrupción de movimientos con dispositivo de seguridad	Comprobar				
	Servicio técnico				

Fuente: Elaboración Propia.