



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS MINEROS EN LA CALERA COLQUIRRUMI N°49-B, PROVINCIA DE HUALGAYOC, CAJAMARCA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Edwar Alexander Lázaro Chávez

Asesor:

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana

Cajamarca – Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Roberto Severino Gonzáles Yana, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Edwar Alexander Lázaro Chávez

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Optimizar el Rendimiento de los Equipos Mineros en la Calera Colquirrumi N°49-B, Provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018* para aspirar al título profesional de: Ingeniero de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al interesado para su presentación.

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Lázaro Chávez, Edwar Alexander para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Optimizar el Rendimiento de los Equipos Mineros en la Calera Colquirrumi N°49-B, Provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018*

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Víctor Álvarez León
Jurado
Presidente

Ing. Daniel Alva Huamán
Jurado

Ing. Oscar Vasquez
Jurado

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi esposa Lucy Morillo por brindarme su comprensión y apoyo ha sido un pilar fundamental en todos estos años de mis estudios profesionales.

A mis hijos que son mi razón de existir y de mi deseo de superación en todo momento.

Edwar Lázaro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, y la satisfacción de formar una familia. A mis padres por inculcarme valores para convertirme en una persona de bien. A mi esposa Lucy Morillo, por ser una parte fundamental en mi desarrollo personal. A mis hijos Dayana, Alexandra y Adrián por ser el motivo y mi deseo de superación.

Agradezco en especial a mis docentes de la Carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte.

Edwar Lázaro.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	15
1.4. Hipótesis	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	18
2.1. Tipo de investigación	18
2.2. Diseño de investigación	18
2.3. Población	18
2.4. Muestra	18
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	18
CAPÍTULO III. RESULTADOS	20
3.1. Descripción general de las actividades y de la empresa	20
3.2. Estado actual del mantenimiento de los equipos mineros en Colquirrumi N°49-B 21	21
3.3. Plan de mantenimiento preventivo de los equipos mineros.....	27
3.4. Mejora del rendimiento al implementar un plan de mantenimiento	59
3.5. Costos de implantación para un año	62
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	64
4.1. Discusión	64
4.2. Conclusiones	65
REFERENCIAS	66

	Pág.
ANEXOS	68
Anexo n°1. Fotografías.....	69
Anexo n°2. Instrumentos.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables.	17
Tabla 2 Características de la empresa.	20
Tabla 3 Coordenadas UTM de la concesión minera no metálica Colquirrumi 49 B.....	21
Tabla 4 Especificaciones técnicas de las excavadora utilizada	23
Tabla 5 Dimensiones de la Excavadora JCB.....	24
Tabla 6 Límites de alcance de la excavadora JCB 220LC.	24
Tabla 7 Características de la camioneta 4x4.	26
Tabla 8 Formato inspección diaria excavadoras.	28
Tabla 9 Formato Inspección diaria: Bobcat y retroexcavadora.....	29
Tabla 10 Formato solicitud de mantenimiento.....	31
Tabla 11 Registro de mantenimiento preventivo de la excavadora.....	33
Tabla 12 Registro de mantenimiento preventivo de la retroexcavadora y bobcat.....	36
Tabla 13 Registro de mantenimiento preventivo del volquete.....	39
Tabla 14 Registro de mantenimiento preventivo de la camioneta.....	43
Tabla 15 Plan motor de excavadora.....	50
Tabla 16 Plan transmisión excavadora.....	51
Tabla 17 Plan sistema hidráulico excavadora.....	52
Tabla 18 Plan frenos excavadora.....	53
Tabla 19 Plan sistema eléctrico excavadora.....	53
Tabla 20 Plan carrocería y cabina excavadora.....	54
Tabla 21 Plan motor retroexcavadora.....	54
Tabla 22 Plan transmisión, puente y dirección.....	56
Tabla 23 Plan sistema hidráulico.....	57
Tabla 24 Plan frenos.....	57
Tabla 25 Plan sistema eléctrico.....	58
Tabla 26 Plan carrocería y cabina.....	58
Tabla 27 Costos de mantenimiento en el plan preventivo.....	63
Tabla 28 Características de los equipos.....	71
Tabla 29 Formato Inspección diaria para retroexcavadora.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Retroexcavadora de la empresa S.M.R.L. Colquirrumi N° 49-B.	22
Figura 2: Características de la retroexcavadora.	23
Figura 3. Excavadora JCB utilizado en la calera Colquirrumi 49B.	25
Figura 4. Características de la excavadora JCB utilizado en la calera Colquirrumi 49B... ..	25
Figura 5. Bobcat usado en la calera.	27
Figura 6. Proceso de creación de presupuesto.	48
Figura 7. Cucharón del bobcat.	69
Figura 8. Bobcat.	69
Figura 9. Cucharón de la excavadora.	70
Figura 10. Revisión de la excavadora.	70
Figura 11. Revisión de la retroexcavadora.	71

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue Implementar un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el rendimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, mediante los objetivos específicos que fueron, diagnosticar el estado actual del mantenimiento de los equipos, diseñar un plan de mantenimiento preventivo y evaluar la mejora en el rendimiento al implementar un plan de mantenimiento preventivo en los equipos mineros. La investigación es descriptiva - aplicada, ya que primero se describió el estado actual de los equipos mineros, se utilizó el diseño transversal porque se realizó en un espacio de tiempo determinado. El problema sucede que en la calera Colquirrumi N°49-B, se cuenta con una excavadora JCB 220LC, una retroexcavadora JCB 3CXTT, un bobcat JCB, un volquete de 18 m³ y una camioneta; por lo que no se le realiza un mantenimiento preventivo, ya que la empresa cree que implica un alto costo de operatividad, solo esperan que se malogren para contratar un mecánico que repare el equipo. El plan de mantenimiento preventivo de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, consistió en la aplicación de tres formatos básicos, el primero es el formato de inspección diaria del equipo. Con la implementación de un plan de mantenimiento en la calera Colquirrumi N°49-B, se pretende llegar al rendimiento teórico de los equipos que actualmente presentan deficiencias, se estima que el rendimiento del equipo principal que es la excavadora sea 134.25 m³/hora.

Palabras clave: Plan de mantenimiento preventivo, equipos mineros, optimización rendimiento.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día se considera que en el ciclo de minado el mantenimiento de los equipos mineros significa un alto porcentaje en el costo de producción, por eso que se están formando en diversas empresas mineras departamentos de seguimientos de los mismos, para optimizar los costos de operaciones minas, el seguimiento de los reportes de los costos de operaciones minas lo realiza el ingeniero de minas encargado del planeamiento de minado (Corrales, 2014).

En Perú, la mayoría de las empresas mineras pequeñas, no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, ya que su producción no es uniforme, por ello sus equipos presentan constantes fallas (Marca, 2014).

La calera Colquirrumi N°49-B, actualmente abastece 1 500 toneladas de óxido de calcio a la mina Gold Fields, se cuenta con una excavadora, una retroexcavadora, un bobcat, un volquete de 15m³ y una camioneta. Estos equipos no cuentan con mantenimiento preventivo, como consecuencia el volquete presenta serias deficiencias operacionales, por ello es necesario realizar este plan de mantenimiento preventivo y realizar el seguimiento de su cumplimiento.

- Bonzi (2016), presentó su Tesis para obtener obtención del Título de Ingeniero Civil de Minas, titulada: “*Propuestas de Mejora de la Utilización Efectiva en Base a Disponibilidad de la Flota de Carguío y Transporte en Minera Los Pelambres*” a la Universidad de Chile, Santiago. Se identificaron 13 desafíos operacionales (4 para chancado, 7 para transporte y 2 para carguío), para los

cuales se presentan 15 propuestas de mejora (5 para chancado, 8 para transporte y 2 para carguío). Además, se plantean 4 necesidades que presenta el área de despacho y 5 necesidades para el área de operaciones (Instructores Mina). De estas propuestas, se evalúa la opción de instalar un sistema de visión integral en las palas de carguío y un sistema de monitoreo en tiempo real de detección temprana de caída de elementos de desgaste (GETS) en los baldes de las palas.

- Bahamóndez (2017), presentó su Tesis para obtener obtención del Título de Ingeniero Civil de Minas, titulada: *“Implementación Sistema de Gestión para Reducción de Costos Optimizando el Desempeño por Componente en Equipos Mineros”* a la Universidad de Chile, Santiago. Se identificó que los componentes que no cumplen con la vida útil esperada corresponden a los motores de tracción para el caso de los equipos de transporte, y los cables y baldes para el caso de los equipos de carguío. El plan de acción enfocado en reforzamientos operacionales sobre buenas prácticas. A partir de estas mejoras se logró disminuir en un 52% la cantidad de eventos operacionales generados mensualmente en los camiones y en un 20% la cantidad de eventos operacionales generados mensualmente en las palas. Esto significó un beneficio económico estimado para Minera Escondida de 2.96 millones de dólares en cuanto a la reducción de uso de éstos componentes. Además, se espera una reducción considerable en los costos por motores de tracción debido a la gran reducción de eventos operacionales asociados a estos que se obtuvo.
- Chávez y Espinoza, (2016), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Privada del Norte, en Cajamarca, titulada:

- “*Propuesta de Implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de los Equipos de la Planta de Alimentos de la Empresa Minera La Zanja S.R.L.*”. para esta implementación se tiene que invertir la cantidad de S/. 52,256.00, haciendo un análisis de sensibilidad obtenemos como indicadores el valor actual neto (VAN): S/. 20,276.89 y tasa interna de retorno (TIR): 29.61%, para un periodo de 5 años teniendo como año de implementación el 2015. De los resultados de los indicadores se concluye que el proyecto es rentable para su puesta en marcha e implementación, se logra reducir los costos de mantenimiento de los equipos y aumentar la productividad, como consecuencia del aumento de la disponibilidad de estos.
- Corrales, (2014), realizó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad César Vallejo - Trujillo, titulada: “*Implementación del Plan de Mantenimiento a la Flota de Palas Eléctricas Tz-Wk12c en la Unidad Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. con la Finalidad de Aumentar la Disponibilidad*”. Implementar un nuevo módulo de registros de las demoras en el cual se pueda identificar el taller responsable y la acción que se tomó para resolver el problema para su posterior elaboración de un diagrama de Pareto en función a la base de datos generada por este nuevo módulo implementado el cual nos permitirá determinar los sistemas y componentes más críticos los cuales generaron mayor número de ingresos a taller y mayor cantidad de horas paradas por fallas. Una vez habiendo logrado identificar los componentes o sistemas más críticos se procede a tomar medidas para reducir la cantidad de ingresos y horas paradas de los equipos obteniendo como resultados: la disponibilidad aumento en 8.39 % y redujeron los costos de mantenimiento preventivo y correctivo en \$ 131,395.00.

- Rodríguez (2012), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial titulada: *“Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca”* a la Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la empresa y de la gestión de mantenimiento para llegar a conocer los puntos débiles dentro del proceso y poder formular propuestas para mejorar y reducir costos relacionados al mantenimiento. Al comprobar la factibilidad de la propuesta de mejora con un VAN de \$ 15'402,040.02 siendo mayor que cero, permite afirmar que el proyecto rinde una tasa mayor que la exigida y por ende el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa.

- Martínez (2015), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial titulada: *“Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria a Minera Yanacocha”* a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima. Se concluye que la empresa carece de un sistema integral de mantenimiento. Para esto se propuso herramientas específicas como: Reorganización de organigrama, para definir las actividades; Check List, para recolección de datos; Historial de mantenimientos, para hacer seguimiento a las máquinas y lo que interactúa con ellas. Con estas herramientas estamos seguros que la integración de las gestiones de abastecimiento de insumos/repuestos conjunto con las gestiones de Mantenimiento: preventivo, correctivo y predictivo, van a poder integrarse e interactuar dentro de la “Gestión de Mantenimiento”.

- Chau (2013), presentó su Tesis para obtener el título de Magister titulada: *“Gestión del Mantenimiento de Equipos en Proyectos de Movimiento de Tierras de una empresa Cajamarquina dedicada a la Minería”* a la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú. Se concluyó que la solución a través de software de sistemas integrados tiene que enfocarse a mejorar la gestión administrativa y operativa de activo fijo, mantenimiento, almacenes, compras, finanzas y contabilidad, buscando implementar las mejores prácticas en los procesos propios del software.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo optimiza el rendimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-b, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento preventivo que optimice el rendimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del mantenimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar el rendimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.
- Evaluar la mejora en el rendimiento al implementar un plan de mantenimiento preventivo en los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de un plan de mantenimiento preventivo va a optimizar el rendimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, evitando que se produzcan daños irreparables en ellos, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El diagnóstico del estado actual del mantenimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, es negativo por ello se propondrán mejoras, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.
- El diseño del plan de mantenimiento preventivo mejorará el rendimiento de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.

- El rendimiento de los equipos mineros mejorará con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018.

1.4.3. Variables

- Independiente: Plan de mantenimiento preventivo.
- Dependiente: Rendimiento de los equipos mineros.

1.4.4. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Plan de Mantenimiento Preventivo	El plan de mantenimiento preventivo consiste en, sostener la funcionalidad de los equipos y el buen funcionamiento de las máquinas, equipos e instalaciones a través del tiempo	Planificación	% de cumplimiento
		Organización	
		Ejecución	
		Control	
Rendimiento de equipos mineros	Los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras, son una base sólida que aporta información valiosa para los procesos de planeación, estimación de costos y control.	Velocidad de acarreo de los equipos	Km/hora
		Capacidad del equipo	Toneladas

Fuente: Elaboración propia, (2018).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es descriptiva - aplicada, ya que primero se describió el estado actual de los equipos mineros, y luego se implementará el plan de mantenimiento preventivo. (Sabino, 2008, p. 53)

2.2. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño transversal ya que se realizó en un espacio de tiempo determinado, para medir un antes de la implementación y un después de la implementación (Sabino, 2008, p. 62)

2.3. Población

Equipos mineros de las caleras en la región Cajamarca.

2.4. Muestra

Equipos mineros de la calera Colquirrumi N°49-B.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1. Técnicas

- Observación en campo

Para el desarrollo del trabajo de investigación se visitará las instalaciones de la calera para conocer la situación actual del carguío y acarreo.

- Análisis documental

Se recolectarán datos de fuentes secundarias. Libros, boletines, revistas, folletos, y periódicos para recolectar datos sobre las variables de interés.

2.5.2. Instrumentos

Se utilizó los siguientes instrumentos de investigación:

- Ficha de características de los equipos.
- Ficha de inspección de los equipos (ver anexo n° 2).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción general de las actividades y de la empresa

3.1.1. Identificación de la empresa

Tabla 2

Características de la empresa.

Partida Registral	SÍ
R.U.C	20491715872
Domicilio Legal	Jr. Bélgica 300 interior 2
Teléfono	974111589
Representante Legal	Julissa Urrutia Carrera
Cargo	Gerente General
Nombre de la Unidad	COLQUIRRUMI N°49B
Tipo de Concesión	Concesión por División
Nombre de las operaciones	Actividades en Curso “COLQUIRRUMI N° 49 B”
Área de la concesión	99.9977 Hectáreas
Área de propiedad W&J	3.7 Hectáreas
Auto calificación	Pequeño Productor Minero
Productos Generados	Cal granada y Cal molida

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.2. Descripción de la actividad en curso

Las actividades minero-metalúrgicas no metálicas, actualmente se ubican entre las coordenadas presentadas en la siguiente tabla.

Esta área se encuentra dentro de la concesión Colquirrumi N° 49 B con contrato de explotación a favor de la empresa W&J Minería y Construcción S.A.C, comprendiendo 99.9977 has de extensión y cuyas coordenadas UTM correspondientes a la zona 17 (PSAD-56).

Tabla 3
Coordenadas UTM de la concesión minera no metálica Colquirrumi 49 B.

CUADRO DE COORDENADAS UTM – COLQUIRRUMI N°49 – B		
VERTICE	ESTE	NORTE
A	769139.3800	9256156.4300
B	769066.5800	9255159.0800
C	770063.9200	9255086.2800
D	770136.7300	9256083.6200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

La empresa W&J minería y construcción es accionista de la concesión por división Colquirrumi N°49B de 3.7% acciones.

El yacimiento no metálico se ubica en Apán Bajo, perteneciente al distrito de Bambamarca, provincia Hualgayoc y región Cajamarca.

Las principales actividades que se desarrollan en la etapa de operación son el desbroce del material orgánico para la habilitación del área de trabajo y descubrir las rocas calizas, labor que se realizará con una excavadora, luego se realiza la extracción de las calizas mediante perforación y voladura. Seguidamente se procede a la fracturación manual para disminuir el tamaño y llevarlos hacia los hornos ubicados a pocos metros de la cantera.

Una vez cargados los hornos, se procede a la calcinación de la piedra caliza para la obtención de la Cal (óxido de Calcio).

La cal obtenida granulada y molida se comercializa directamente transporta en unidades de 18 toneladas.

3.2. Estado actual del mantenimiento de los equipos mineros en Colquirrumi N°49-B

3.2.1. Equipos empleados en el carguío y acarreo

a. Retroexcavadora JCB 3CXTT

En la mina se cuenta con 1 de estas unidades.

- Profundidad de excavación 4.45 m
- Alcance desde el pivote de balanceo 5.44 m
- Alcance desde el centro del eje trasero 6.63 m
- Altura operativa máxima 5.38 m
- Altura de carga 3.40 m
- **Capacidad de mantenimiento recomendado:**
 - Sistema de enfriamiento 18.5 ltr
 - Tanque de combustible 160 ltr
 - Aceite de motor con filtro 15 ltr
 - Caja de velocidad con filtro 16 ltr
 - Eje trasero 16 ltr
 - Eje de tracción frontal 16 ltr
 - Sistema hidráulico incl. el tanque 117 ltr



Figura 1: Retroexcavadora de la empresa S.M.R.L. Colquirrumi N° 49-B trabajando en acarreo de desmonte.

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 2: Características de la retroexcavadora.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Excavadora JCB 220LC

Tabla 4

Especificaciones técnicas de las excavadora utilizada

Fabricadas en	Brasil	
Potencia en el volante	1.03 Kw	138 hp
Capacidades del cucharón	0.45 – 1.5 m ³	0.59 – 1.96 yd ³
Modelo de motor	C6.4 ACERT	
RPM nominales del motor	1 800	
Número de cilindros	6	
Calibre	102 mm	4"
Carrera	130 mm	5"
Cilindrada	6.4 L	391 pulg ³
Caudal máx. de la bomba hidráulica	2X205 L/min	2X54 gpm
Máxima tracción en la barra de tiro	206 kN	46.311 lb
Ancho de zapata estándar	600 mm	2'0"
Longitud total de la cadena	4075 mm	13'4"
Área de contacto con el suelo con zapatas estándar	4.26 m ²	6600 pulg ²
Entrevía	2200 mm	7'3"
Capacidad de llenado del tanque de combustible	410 L	108 gal.
Sistema hidráulico	260 L	69 gal.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 5
Dimensiones de la Excavadora JCB.

	Mm	Pies
Altura de la cabina	2950	9'8"
Ancho para el transporte	2740	9'0"
Ancho de los neumáticos	2800	9'2"
Espacio libre sobre el suelo, bastidor	450	1'6"
Longitud para el transporte, sin pluma	1020	3'4"
Longitud total de transporte	2750	9'0"
Altura para el transporte	4075	13'4"
Espacio libre para el suelo, contrapeso	9050	29'8"
Radio de giro de la cola	3280	10'9"
Longitud entre ejes	3265	10'9"
Ancho total (de estabilizador a estabilizador)	2200	7'3"

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 6
Límites de alcance de la excavadora JCB 220LC.

	M	Pies
Altura máxima de carga del cucharón con dientes	5.83	19'2"
Alcance máximo a nivel del suelo	8.85	29'0"
Profundidad máxima de excavación	5.78	19'0"
Excavación vertical máxima	5.03	16'6"
Profundidad máxima de excavación con fondo de plano de 2.44 m (8 pies)	5.57	18'3"
Altura máxima de pasador de articulación de cucharón	7.43	24'5"
Altura máxima a los dientes del cucharón en la cima del arco	8.81	28'11"

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 3. Excavadora JCB utilizado en la calera Colquirrumi 49B.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 4. Características de la excavadora JCB utilizado en la calera Colquirrumi 49B.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

c. Volquete de 18 Metros Cúbicos

En la mina se cuenta con 2 de estas unidades.

- Motor: Volvo D13A 440
- Potencia: 440HP
- Torque: 2200N.m
- Caja: VT2514B (14 cambios)
- Freno Motor: VEB
- Tolva: Semiroquera RMB Sateci 20 m³
- PBV: 50 toneladas

d. Camionetas 4X4 Toyota Hilux

En la mina se cuenta con 1 de estas unidades.

Tabla 7
Características de la camioneta 4x4.

Combustible:	Diésel
Cilindrada:	2500 cc
Válvulas:	16
Motor - tracción:	delantero - integral permanente
Transmisión:	manual 5 velocidades
Neumáticos:	205/R16
Frenos (del. - tras.):	discos ventilados – tambor
Suspensión delantera:	horquilla doble con barra de torsión
Suspensión trasera:	eje rígido

Fuente: Elaboración propia, (2018).

e. Bobcat JCB

En la mina se cuenta con 1 de estas unidades.

- Engine: 42 Kw (56 hp) JCB Diesel By.
- ROC: 794 Kg
- 10x16.5 8PR HD tyres.



Figura 5. Bobcat usado en la calera.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2.2. Mantenimiento

Actualmente no se realiza ningún mantenimiento a los equipos salvo cuando presentan algún problema técnico.

3.3. Plan de mantenimiento preventivo de los equipos mineros

Se crearon fichas de mantenimiento, las cuales son: Formato de operación diaria, Ficha de programación y Solicitud de mantenimiento. A continuación, se explicará la función de cada una.

- Formato de operación diaria: En este formato se registrará diariamente los datos obtenidos de la revisión correspondiente a los componentes de la maquinaria, se realizará una inspección de las condiciones mínimas requerida por el fabricante para la operación del equipo. En la parte superior del formato se ingresa nombres de quien realiza la revisión y la fecha de esta, en nuestro caso particular el operador siempre será el encargado de realizar esta operación. Seguidamente encontraremos todas las actividades de inspección pertinentes a cada máquina en donde el operador dependiendo del estado del componente registrará si está en

buen o mal estado, simbolizados en el formato con la letra B y M respectivamente.

Si el operador encuentra una avería o un fallo inminente debe reportar en el espacio de observaciones la anomalía encontrada, se finaliza el formato firmando y entregado al jefe de mantenimiento.

Tabla 8

Formato inspección diaria excavadoras.

INSPECCION DIARIA DE EXCAVADORA													
Fecha de Inspección:													
Nombre del operador:													
No.	DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	LUN		MAR		MIER		JUEV		VIER		SAB DOM	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
	HOROMETRO MOTOR DE EXCAVADORAS												
1	Estado de luces de trabajo delanteras.												
2	Estado de luces de trabajo traseras.												
3	Estado de la cubierta contra el sol.												
4	Estado del cinturón de seguridad.												
5	Extintor de 10 Lbs PQS												
6	Estado del asiento del operador												
8	Estado del tablero de control												
9	Estado del tubo de escape de humos												
10	Alarma de reversa o emergencia y pito												
11	Escaleras y apoyos de acceso												
12	Estado del sistema hidráulico												
13	Estado de mangueras del sistema hidráulico												
14	Estado de mecanismo de giro												
15	Estado del mando de bloqueo de avance												
16	Estructura de soporte del contrapeso/tornillos												
17	Conos de señalización												
18	Estructura y soportes de boom (pasadores)												
19	Avisos de preventivos en el equipo												
20	Estado de la punta del boom												
21	Estado de transmisión												
22	Estado de la dirección												
23	Estado del embrague												
24	Estado de frenos												
25	Estado de las correas												
26	Nivel de aceite de motor												
27	Emisión de gases vigente												

28	Seguro SOAT vigente
29	Certificado de operador vigente
30	Evaluación de zapatas de oruga
31	Inspección de uñas del cucharón
32	Inspección de cucharón

Observaciones:

Punto Crítico que inhabilita el equipo para operarlo:

Firma del operador: _____ Fecha: _____

Notificado responsable del área: _____ Fecha: _____

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 9

Formato Inspección diaria: Bobcat y retroexcavadora.

INSPECCION DIARIA DE BOBCAT Y RETROEXCAVADORA												
Fecha de Inspección: _____												
Nombre del operador: _____												
No.	DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM				
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B
	HOROMETRO MOTOR DE EXCAVADORAS											
1	Estado de luces de trabajo delanteras.											
2	Estado de luces de trabajo traseras.											
3	Estado de la cubierta contra el sol.											
4	Estado del cinturón de seguridad.											
5	Extintor de 10 Lbs PQS											
6	Estado del asiento del operador											
8	Estado del tablero de control											
9	Estado del exhosto (tubo de escape de humos)											
10	Alarma de reversa o emergencia y pito											
11	Escaleras y apoyos de acceso											
12	Estado del sistema hidráulico											
13	Estado de mangueras del sistema hidráulico											
14	Estado de mecanismo de giro											
15	Estado del mando de bloqueo de avance											
16	Estructura de soporte del contrapeso/tornillos											
17	Conos de señalización											
18	Estructura y soportes de boom (pasadores)											

19	Avisos de preventivos en el equipo
20	Estado de la punta del boom
21	Estado de transmisión
22	Estado de la dirección
23	Estado del embrague
24	Estado de frenos
25	Estado de las correas
26	Nivel de aceite de motor
27	Emisión de gases vigente
28	Seguro SOAT vigente
29	Certificado de operador vigente
30	Inspección de uñas del cucharón
31	Inspección de cucharón

Observaciones:

Punto Crítico que inhabilita el equipo para operarlo:

Firma del operador:	Fecha:
Notificado responsable del área:	Fecha:

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Formato de solicitud de mantenimiento: A través de este la persona encargada de la maquinaria (operarios o mecánicos), le informa al ingeniero de mantenimiento que existe una falla que necesita reparación y solicita autorización para realizar los trabajos requeridos. De igual manera, notifica de la naturaleza de la falla y la reparación necesaria, así como el sistema que afecta esta (mecánico, eléctrico, hidráulico), según el trabajo que se realice. Además, se ingresa los repuestos utilizados para la reparación y costos de la intervención.

Finalmente, el formato es firmado por la persona responsable del procedimiento y el ingeniero de mantenimiento respectivamente.

Tabla 10

Formato solicitud de mantenimiento.

W&J Minería y Construcción S.A.C				Solicitud de Mantenimiento		
				Versión:	SM001	Página
				Fecha:		1 De 1
Tipo de Mantenimiento	Correctivo <input type="checkbox"/>	Preventivo <input type="checkbox"/>	Fecha de Solicitud	dd	mm	aaa
Equipo			Referencia/ Modelo			
Proveedor del servicio	Personal Interno <input type="checkbox"/>		Nombre de quien Ejecuta			
	Personal Externo <input type="checkbox"/>					
Sistema hidráulico		Sistema mecánico	Sistema eléctrico			
Hidrómetro						
1. Descripción de la solicitud			Diagnostico			
.....					
.....					
.....					
.....					
3. Trabajos realizados						
.....					
.....					
.....					
.....					

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

4. Repuestos o materiales					
Descripción		Cant.	Descripción		Cant.
.....				
.....				
.....				

5. Prueba					
Fecha de Prueba			Responsables de la Prueba	Resultados de la Prueba	Satisfactorio
Dd	Mm	Aaa			No satisfactorio

6. Observaciones	
.....
.....
.....
.....

Valor de Mo		Valor de la prueba		Valor Total del Mtto	
Cant. H.H.					

Elaborado Por:	Recibido a satisfacción:
----------------	--------------------------

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Formato de registro de mantenimiento preventivo.

Tabla 11
Registro de mantenimiento preventivo de la excavadora.

CODIGO / MODELO		EXCAVADORA
------------------------	--	-------------------

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PUNTOS A VERIFICAR, CHEQUEAR Y/O CAMBIAR		TIPO DE SERVICIOS CADA				MANTTO. ACTUAL		PROXIMO MANTTO.	
		250 / 750 / 1250 / 1750 HRS	500 / 1500 HRS	1000 HRS	2000 HRS	FECHA		FECHA	
ITEM	DESCRIPCION DEL MANTTO.					HOROMETRO		HOROMETRO	
						TIPO SERV.		TIPO SERV.	
						SI / NO	OBSERVACIONES	SI / NO	OBSERVACIONES
1.00	MOTOR								
1.01	Funcionamiento de motor	X	X	X	X				
1.02	Tapa de llenado de aceite de motor	X	X	X	X				
1.03	Varilla de medición de nivel de aceite	X	X	X	X				
1.04	Fugas de aceite de motor	X	X	X	X				
1.05	Estado de filtros de aire		X	X	X				
1.06	Estado de filtros de aceite	X	X	X	X				
1.07	Estado del turbo alimentador		X	X	X				
1.08	Faja de ventilador	X	X	X	X				
1.09	Estado del radiador		X	X	X				
1.10	Tapa de radiador		X	X	X				
1.11	Estado de mangueras de radiador y enfriador		X	X	X				
1.12	Bomba de agua		X	X	X				
1.13	Aceite por tubo de desfogue de motor		X	X	X				
2.00	SISTEMA DE LUBRICACION								
2.01	Estado del aceite	X	X	X	X				
2.02	Horómetro y fecha del último cambio	X	X	X	X				
2.03	Consumo de aceite	X	X	X	X				
2.04	Fugas de aceite	X	X	X	X				
3.00	SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE								
3.01	Tuberías de múltiple de admisión	X	X	X	X				

3.02	Tuberías de múltiple de escape	X	X	X	X			
3.03	Silenciador	X	X	X	X			
3.04	Soportes de silenciador	X	X	X	X			
3.05	Fugas de gases de escape	X	X	X	X			
4.00	SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
4.01	Humo por el escape		X	X	X			
4.02	Bomba de cebado de combustible		X	X	X			
4.03	Filtro de petróleo	X	X	X	X			
4.04	Tanque de combustible	X	X	X	X			
4.05	Tapa de tanque de combustible		X	X	X			
4.06	Medidor de nivel de tanque de combustible		X	X	X			
4.07	Estado de los inyectores			X	X			
4.08	Estado de las cañerías	X	X	X	X			
4.09	Fugas de petróleo	X	X	X	X			
4.1	Estado de la bomba de inyección			X	X			
4.11	Estado del filtro racord		X	X	X			
5.00	SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ							
5.01	Alternador			X	X			
5.02	Carga de alternador, Manómetro de Carga.	X	X	X	X			
5.03	Faja de alternador	X	X	X	X			
5.04	Arrancador			X	X			
5.05	Baterías, Bornes de batería	X	X	X	X			
5.06	Cableado del circuito en general		X	X	X			
5.07	Luces en general	X	X	X	X			
5.08	Claxon	X	X	X	X			
5.09	Alarma de retroceso	X	X	X	X			
6.00	SISTEMA HIDRAULICO							
6.01	Bombas Hidráulicas			X	X			
6.02	Tanque Hidráulico		X	X	X			
6.03	Filtros Hidráulicos		X	X	X			
6.04	Enfriador De Aceite		X	X	X			
6.05	Cilindros de Levante: mangueras, conectores.	X	X	X	X			
6.06	Cilindros de Inclinación: mangueras, conectores.	X	X	X	X			
6.07	Cilindros de Cucharón: mangueras, conectores.	X	X	X	X			
6.08	Bloqueo Hidráulico del sistema	X	X	X	X			
7.00	TREN DE RODAMIENTOS Y ADITAMENTOS							

7.01	Cadenas Derecha e Izquierda			X	X				
7.02	Ruedas Guías			X	X				
7.03	Mandos finales, segmentos, pernos, tuercas			X	X	X			
7.04	Zapatatas, pernos de zapatas			X	X	X			
7.05	Eslabones, Bocinas, Pines.				X	X			
7.06	Templador De Cadena				X	X			
7.07	Rodillos Superiores				X	X			
7.08	Rodillos Inferiores				X	X			
7.09	Guardas de rodillos.			X	X	X			
7.1	Lampón : estructura general				X	X			
7.11	Uñas, cantoneras, pernos, tuercas.				X	X			
7.12	Bastidores, trunion, pernos.			X	X	X			
7.13	Barra estabilizadora, pernos, tuercas.				X	X			
8.00	CABINA Y ACCESORIOS VARIOS								
8.01	Cabina Rop				X	X			
8.02	Estructura en general				X	X			
8.03	Corazas de protección inferior del chasis	X		X	X	X			
8.04	Parabrisas y Lunas	X		X	X	X			
8.05	Llave de Contacto	X		X	X	X			
8.06	Horometro	X		X	X	X			
8.07	Asiento, correa de seguridad	X		X	X	X			
8.08	Puertas, vidrios, chapas, grecas	X		X	X	X			
8.09	Plumillas, limpiaparabrisas.	X		X	X	X			
8.1	Espejo Int + 2 Retrovisores	X		X	X	X			
8.11	Botiquin	X		X	X	X			
8.12	Extintor	X		X	X	X			
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:									
FIRMA - MANTENIMIENTO W&J						FIRMA - CHOFER / OPERADOR			
NOMBRE :						NOMBRE :			
FOTOCHECK :						FOTOCHECK :			
FECHA :						FECHA :			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.05	Fugas de gases de escape	X	X	X	X			
4.00	SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
4.01	Humo por el escape		X	X	X			
4.02	Bomba de cebado de combustible		X	X	X			
4.03	Filtro de petróleo	X	X	X	X			
4.04	Tanque de combustible	X	X	X	X			
4.05	Tapa de tanque de combustible		X	X	X			
4.06	Medidor de nivel de tanque de combustible		X	X	X			
4.07	Estado de los inyectores			X	X			
4.08	Estado de las cañerías	X	X	X	X			
4.09	Fugas de petróleo	X	X	X	X			
4.1	Estado de la bomba de inyección			X	X			
4.11	Estado del filtro racord		X	X	X			
5.00	SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ							
5.01	Alternador			X	X			
5.02	Carga de alternador, Manómetro de Carga.	X	X	X	X			
5.03	Faja de alternador	X	X	X	X			
5.04	Arrancador			X	X			
5.05	Baterías, Bornes de batería	X	X	X	X			
5.06	Cableado del circuito en general		X	X	X			
5.07	Luces en general	X	X	X	X			
5.08	Claxon	X	X	X	X			
5.09	Alarma de retroceso	X	X	X	X			
6.00	SISTEMA HIDRAULICO							
6.01	Bombas Hidráulicas			X	X			
6.02	Tanque Hidráulico		X	X	X			
6.03	Filtros Hidráulicos		X	X	X			
6.04	Enfriador De Aceite		X	X	X			
6.05	Cilindros de Levante: mangueras, conectores.	X	X	X	X			
6.06	Cilindros de Inclinación: mangueras, conectores.	X	X	X	X			
6.07	Cilindros de Cucharón: mangueras, conectores.	X	X	X	X			
6.08	Bloqueo Hidráulico del sistema	X	X	X	X			
7.00	NEUMATICOS Y ADITAMENTOS							
7.01	Estado de llantas y aros	X	X	X	X			
7.02	Pernos y tuercas de llanta	X	X	X	X			
7.03	Mandos finales, segmentos, pernos, tuercas	X	X	X	X			

Tabla 13

Registro de mantenimiento preventivo del volquete.

CODIGO / PLACA						VOLQUETE			
REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						MANTTO. ACTUAL		PROXIMO MANTTO.	
PUNTOS A VERIFICAR, CHEQUEAR Y/O CAMBIAR		TIPO DE SERVICIOS CADA				FECHA		FECHA	
ITEM	DESCRIPCION DEL MANTTO.	250 / 750 / 1250 / 1750 HRS	500 / 1500 HRS	1000 HRS	2000 HRS	HOROMETRO		HOROMETRO	
						TIPO SERV.		TIPO SERV.	
						SI / NO	OBSERVACIONES	SI / NO	OBSERVACIONES
1.00	MOTOR								
1.01	Funcionamiento de motor	X	X	X	X				
1.02	Tapa de llenado de aceite de motor	X	X	X	X				
1.03	Varilla de medición de nivel de aceite	X	X	X	X				
1.04	Fugas de aceite de motor	X	X	X	X				
1.05	Estado de filtros de aire		X	X	X				
1.06	Estado de filtros de aceite	X	X	X	X				
1.07	Estado del turbo alimentador			X	X				
1.08	Faja de ventilador	X	X	X	X				
1.09	Estado del radiador			X	X				
1.10	Estado de mangueras de radiador y enfriador	X	X	X	X				
1.11	Freno de motor		X	X	X				
1.12	Bomba de agua			X	X				
1.13	Compresor			X	X				
2.00	SISTEMA DE LUBRICACION								
2.01	Estado del aceite	X	X	X	X				
2.02	Horómetro y fecha del último cambio	X	X	X	X				
2.03	Consumo de aceite	X	X	X	X				
2.04	Fugas de aceite	X	X	X	X				
3.00	SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE								
3.01	Tuberías de multiple de admisión		X	X	X				
3.02	Tuberías de multiple de escape		X	X	X				

3.03	Silenciador		X	X	X			
3.04	Soportes de silenciador	X	X	X	X			
3.05	Fugas de gases de escape	X	X	X	X			
4.00	SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
4.01	Humo por el escape		X	X	X			
4.02	Bomba de cebado de combustible		X	X	X			
4.03	Filtro de petróleo	X	X	X	X			
4.04	Tanque de combustible		X	X	X			
4.05	Tapa de tanque de combustible		X	X	X			
4.06	Medidor de nivel de tanque de combustible		X	X	X			
4.07	Estado de los inyectores			X	X			
4.08	Estado de las cañerías		X		X			
4.09	Fugas de petróleo	X	X	X	X			
4.10	Estado de la bomba de inyección			X	X			
4.11	Estado del filtro racord		X	X	X			
5.00	SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ							
5.01	Alternador			X	X			
5.02	Carga de alternador, Manómetro de Carga.		X	X	X			
5.03	Faja de alternador	X	X	X	X			
5.04	Arrancador			X	X			
5.05	Baterías, Bornes de batería	X	X	X	X			
5.06	Cableado del circuito en general			X	X			
5.07	Luces en general	X	X	X	X			
5.08	Plumilla limpia parabrisa	X	X	X	X			
5.09	Claxon	X	X	X	X			
5.10	Alarma de retroceso	X	X	X	X			
5.11	Tablero de control	X	X	X	X			
6.00	SISTEMA DE TRANSMISION							
6.01	Embrague		X	X	X			
6.02	Pedal de embrague		X	X	X			
6.03	Disco de embrague			X	X			
6.04	Nivel de líquido	X	X	X	X			
6.05	Nivel de aceite Corona 1		X	X	X			
6.06	Nivel de aceite Corona 2		X	X	X			

6.07	Bloqueadores de diferencial		X	X	X			
6.08	Nivel de aceite de los cubos eje medio		X	X	X			
6.09	Nivel de aceite de los cubos posteriores		X	X	X			
7.00	CAJA DE CAMBIOS							
7.01	Estado y nivel de aceite		X	X	X			
7.02	Filtro de aceite		X	X	X			
7.03	Ruidos en el interior	X	X	X	X			
7.04	Fugas de aceite	X	X	X	X			
8.00	ACOPLES DE TRANSMISION							
8.01	Cardanes	X	X	X	X			
8.02	Crucetas		X	X	X			
8.03	Soportes de cardan		X	X	X			
8.04	Graseras de cardan y cruceta	X	X	X	X			
9.00	SISTEMA DE FRENO							
9.01	Estado de los frenos	X	X	X	X			
9.02	Bomba maestra de freno		X	X	X			
9.03	Fugas de líquido de freno	X	X	X	X			
9.04	Fugas de aire.	X	X	X	X			
9.05	Compresor			X	X			
9.06	Estado de los "pulmones" posteriores 04		X	X	X			
9.07	Estado de los "pulmones" delanteros 02		X	X	X			
9.08	Estado de las zapatas delanteras 2		X	X	X			
9.09	Estado de las zapatas posteriores 4		X	X	X			
10.00	SISTEMA DE DIRECCION							
10.01	Mecanismos de dirección	X	X	X	X			
10.02	Cilindros de dirección	X	X	X	X			
10.03	Bomba hidráulica de dirección		X	X	X			
10.04	Alineamiento de dirección		X	X	X			
10.05	Terminales de dirección		X	X	X			
10.06	Filtro		X	X	X			
10.07	Brazo de dirección		X	X	X			
10.08	Caja de dirección/Bomba			X	X			
11.00	SUSPENSION							
11.01	Muelles delanteros	X	X	X	X			

11.02	Muelles posteriores	X	X	X	X			
11.03	Resortes progresivos 04		X	X	X			
11.04	Amortiguadores		X	X	X			
11.05	Barra estabilizadora		X	X	X			
11.06	Barras de torque "V"		X	X	X			
12.00	SISTEMA DE NEUMATICOS							
12.01	Estado de llantas y aros (D,M,P)	X	X	X	X			
12.02	Llanta de repuesto	X	X	X	X			
12.03	Pernos y tuercas de llanta	X	X	X	X			
12.04	Espárragos	X	X	X	X			
13.00	CABINA							
13.01	Indicadores	X	X	X	X			
13.02	Controles		X	X	X			
13.03	Asiento de copiloto y/o pasajero		X	X	X			
13.04	Espejos laterales retrovisores		X	X	X			
13.05	Coderas		X	X	X			
13.06	Correa de seguridad		X	X	X			
13.07	Chapas de puertas		X	X	X			
13.08	Cremallera de vidrio de puertas		X	X	X			
13.09	Manija de levantavidrio		X	X	X			
13.10	Parabrisa y vidrios		X	X	X			
13.11	Visagras de puerta		X	X	X			
13.12	Tapasol	X	X	X	X			
13.13	Circulina	X	X	X	X			
14.00	TOLVA							
14.01	Bomba hidráulica	X	X	X	X			
14.02	Cardan de toma fuerza	X	X	X	X			
14.03	Block de válvulas	X	X	X	X			
14.04	Mangueras hidráulicas	X	X	X	X			
14.05	Tanque hidráulico	X	X	X	X			
14.06	Filtro hidra.	X	X	X	X			
14.07	Piston telescópico	X	X	X	X			
14.08	Tolva	X	X	X	X			
14.09	Compuerta de tolva	X	X	X	X			
14.1	Pin de anclaje de tolva	X	X	X	X			

14.11	Luces de tolva	X	X	X	X				
14.12	Guia de tova	X	X	X	X				
14.13	Seguro de tolva levantada	X	X	X	X				
14.14	Botiquin	X	X	X	X				
14.15	Extintor	X	X	X	X				
14.16	Tacos	X	X	X	X				

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:

FIRMA - MANTENIMIENTO W&J
NOMBRE :
FOTOCHECK :
FECHA :
FIRMA - CHOFER / OPERADOR
NOMBRE :
FOTOCHECK :
FECHA :
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 14
Registro de mantenimiento preventivo de la camioneta.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			CODIGO / PLACA	MANTTO. ACTUAL		CAMIONETA		PROXIMO MANTTO.	
PUNTOS A VERIFICAR, CHEQUEAR Y/O CAMBIAR			SERVICIOS EN FORMA PERIODICA CADA KM	FECHA	PREVENTIVO	FECHA	PREVENTIVO	FECHA	OBSERVACIONES
ITEM	DESCRIPCION DEL MANTTO.	TIPO SERV.		SI / NO		TIPO SERV.		SI / NO	
1.00	MOTOR								
1.01	Funcionamiento de motor	X							
1.02	Tapa de llenado de aceite de motor	X							
1.03	Varilla de medición de nivel de aceite	X							
1.04	Fugas de aceite de motor	X							
1.05	Estado de filtros de aire	X							
1.06	Estado de filtros de aceite	X							
1.07	Estado del turbo alimentador	X							
1.08	Faja de ventilador	X							

1.09	Estado del radiador	X			
1.10	Estado de mangueras de radiador y enfriador	X			
1.11	Freno de motor	X			
1.12	Bomba de agua	X			
2.00	SISTEMA DE LUBRICACION				
2.01	Estado del aceite	X			
2.02	Kilometraje y fecha del último cambio	X			
2.03	Consumo de aceite	X			
2.04	Fugas de aceite	X			
3.00	SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE				
3.01	Tuberías de multiple de admisión	X			
3.02	Tuberías de multiple de escape	X			
3.03	Silenciador	X			
3.04	Soportes de silenciador	X			
3.05	Fugas de gases de escape	X			
4.00	SISTEMA DE COMBUSTIBLE				
4.01	Humo por el escape	X			
4.02	Bomba de cebado de combustible	X			
4.03	Filtro de petróleo	X			
4.04	Tanque de combustible	X			
4.05	Tapa de tanque de combustible	X			
4.06	Medidor de nivel de tanque de combustible	X			
4.07	Estado de los inyectores	X			
4.08	Estado de las cañerías	X			
4.09	Fugas de petróleo	X			
4.10	Estado de la bomba de inyección	X			
5.00	SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ				
5.01	Alternador	X			
5.02	Carga de alternador	X			
5.03	Faja de alternador	X			
5.04	Arrancador	X			
5.05	Baterías, Bornes de batería	X			
5.06	Cableado del circuito en general	X			
5.07	Luces en general	X			
5.08	Plumilla limpia parabrisa	X			
5.09	Claxon	X			

5.10	Alarma de retroceso	X			
5.11	Tablero de control	X			
6.00	SISTEMA DE TRANSMISION				
6.01	Embrague	X			
6.02	Pedal de embrague	X			
6.03	Disco de embrague	X			
6.04	Nivel de líquido	X			
6.05	Nivel de aceite Corona	X			
7.00	CAJA DE CAMBIOS				
7.01	Estado y nivel de aceite	X			
7.02	Ruidos en el interior	X			
7.03	Fugas de aceite	X			
8.00	ACOPLES DE TRANSMISION				
8.01	Cardanes	X			
8.02	Crucetas	X			
8.03	Soportes de cardan	X			
8.04	Graseras de cardan y cruceta	X			
9.00	SISTEMA DE FRENO				
9.01	Estado de los frenos	X			
9.02	Bomba maestra de freno	X			
9.03	Fugas de líquido de freno	X			
9.04	Estado de las zapatas delanteras	X			
9.05	Estado de las zapatas posteriores	X			
10.00	SISTEMA DE DIRECCION				
10.01	Mecanismos de dirección	X			
10.02	Cilindros de dirección	X			
10.03	Bomba hidráulica de dirección	X			
10.04	Alineamiento de dirección	X			
10.05	Terminales de dirección	X			
10.06	Brazo de dirección	X			
10.07	Caja de dirección/Bomba	X			
11.00	SUSPENSION				
11.01	Muelles	X			
11.02	Amortiguadores	X			
11.03	Barra estabilizadora	X			
12.00	SISTEMA DE NEUMATICOS				

3.3.1. Estimación del tiempo de mantenimiento

Para iniciar se hace necesario anotar que estos cálculos son estimaciones resultantes de labores de mantenimiento que se hicieron en campo en diferentes ocasiones, así como también están influidas por la experticia de los operarios y mecánicos de la compañía con los que se estuvo en conversaciones durante el desarrollo de este trabajo. Por tanto, se tuvo la oportunidad de comparar datos históricos reales y los obtenidos durante las labores realizadas, luego de esto, se realizó un análisis que hace posible afinar estos valores a un punto en que las estimaciones de los trabajos más completos puedan realizarse con exactitud.

La filosofía básica de la estimación, es reducir cada tarea a sus elementos de trabajos básicos y establecer valores de tiempo para cada elemento. La suma de los valores de tiempo de cada elemento de una tarea pertenece a una unidad de trabajo de la estimación de los tiempos.

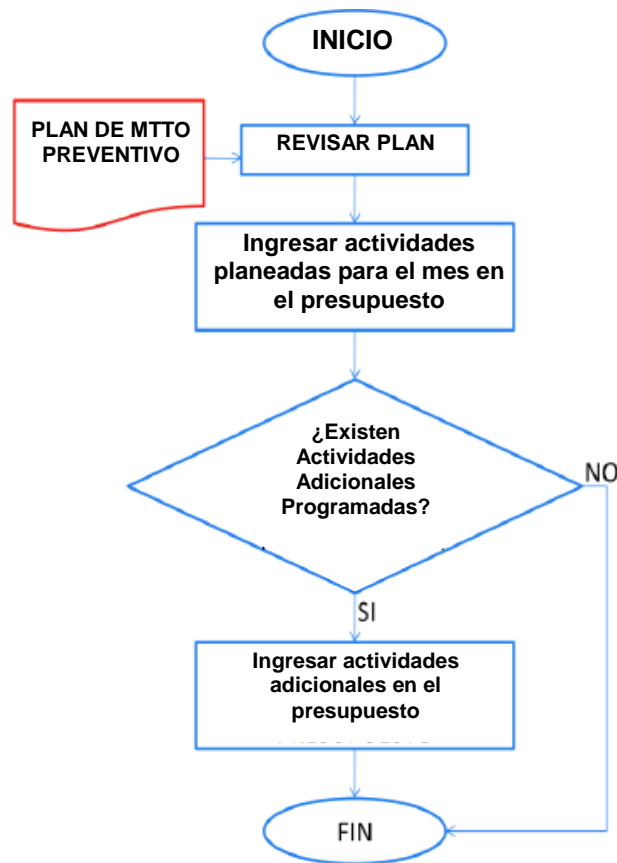


Figura 6. Proceso de creación de presupuesto.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

A continuación, se realiza para cada máquina y/o equipo el plan de mantenimiento, se debe tener en cuenta todos los sistemas (hidráulico, mecánico, eléctrico) que constituyen a estas, así como también sus repuestos (filtros y aceites). Es indispensable anotar que la frecuencia de trabajo y duración de la actividad establecida para éste, se encuentra dada en horas (H). En algunos casos se encontrará la abreviatura N/A (No aplica) en la sección de Herramientas y Equipos, es decir, no se necesita de éstos para realizar la labor de mantenimiento.

a) Excavadora

En las tablas siguientes se relacionan las actividades establecidas para el mantenimiento preventivo de cada uno de los subsistemas identificados para la excavadora, teniendo en cuenta las observaciones realizadas en el capítulo de identificación de los equipos, las recomendaciones de los operadores y las indicaciones de los fabricantes.

- Motor

Tabla 15
Plan motor de excavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramientas y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
250	Cambiar aceite y filtro	Suelta filtro, Llave o dado de ½ y 5/16 pulg. Depósito para vaciar el aceite usado, embudo	Mecánico	1
500	Toma de muestra de aceite	Depósito de muestra de aceite	Mecánico	0.25
250	Cambiar elemento externo del filtro de aire	Suelta filtro	Mecánico	1
500	Cambiar elemento interno del filtro de aire	Suelta filtro	Mecánico	0.5
48	Examine y limpie válvula de polvo de filtro de aire	WIPE	Mecánico	1
2 000	Cambiar líquido refrigerante	Llave ½ y depósito recolector	Mecánico	0.5
250	Cambiar elemento filtrante de bomba de combustible	Suelta filtro	Mecánico	1
250	Cambiar filtro de combustible primario	Suelta filtro	Mecánico	1
250	Comprobar tensión y estado de correa de ventilador	Llave de 5/8	Mecánico	0.5
2 000	Comprobar y ajustar holgura de válvulas	Calibrador de válvulas, destornillador de paleta, llave de ½.	Mecánico	2
500	Compruebe ajuste de tornillos de soporte de motor	Dado de 15/16 con palanca	Mecánico	1
250	Compruebe ajuste de sujeción de sistema de escape	Llave de 7/16	Mecánico	0.5
1000	Limpiar y examinar radiador	Hidrolavadora	Mecánico	24

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Una lubricación adecuada es muy necesaria para mantener el desempeño y vida del motor. Es esencial utilizar el aceite y los filtros diseñados para motores específicos. Ser lo más puntual a la hora de los cambios o reposiciones de aceite y filtros evitaría que estos se saturaran de impurezas y partículas contaminantes limitando sus funciones, no todos los aceites y filtros son iguales, utilice el que recomienda la ficha

técnica del equipo o un homologo conservando las mismas características para los aceites y grasas (viscosidad, índice de viscosidad, punto de goteo, temperatura de operación) y para los filtros dimensiones y que estén fabricado de celulosa o material sintético que retiene más del 98% de partículas contaminantes desde 4 micrones en adelante.

- Transmisión

Tabla 16

Plan transmisión excavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del mantenimiento	Herramientas y Equipos	Personal	Duración de la Actividad
500	Comprobar nivel de aceite cajas reductoras orugas	Varilla de nivel	Operador	0.25
500	Comprobar nivel de aceite caja reductora de giro	Varilla de nivel	Operador	0.25
1 000	Cambiar aceite de caja reductora de oruga	Llave o dado de 1 pulg. Depósito para vaciar el aceite usado, embudo	Mecánico	1
1 000	Cambiar aceite de caja reductora de giro	Llave o dado de 1 pulg. Depósito para vaciar el aceite usado, embudo	Mecánico	1

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En el sistema de trasmisión hay que estar muy atentos a que los depósitos de aceite estén siempre a su nivel, ya que si tiene muy poco o nada afectara la vida útil de esta o si tiene mucho dañara los retenedores haciendo que el aceite se salga, presentando goteo.

- Sistema hidráulico

Tabla 17
Plan sistema hidráulico excavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
500	Tomar muestras	Depósito de muestra, llave de 3/4	Operador	1
500	Cambiar aceite	Llave o dado de 1/2 y 5/16 pulg. Y depósito para vaciar el aceite usado, embudo	Mecánico	3
250	Cambiar elemento del filtro servo	Llave o dado de 1/2 y 5/16 pulg.	Mecánico	0.5
1 000	Cambiar elemento filtro plexus	Llave L N°8	Mecánico	1
500	Cambiar elemento filtro de retorno	Suelta filtro	Mecánico	0.5
250	Cambiar elemento filtro de drenaje	Suelta filtro	Mecánico	0.5
250	Cambiar elemento filtro de aspiración	Suelta filtro	Mecánico	1
500	Comprobar estado de los cilindros	N/A	Mecánico	0.5
500	Limpiar refrigerador de aceite	Hidrolavadora	Mecánico	1
250	Vaciar depósito agua y sedimentos	Suelta filtro	Mecánico	0.5
1 000	Revisar respiradero del depósito hidráulico	N/A	Mecánico	0.25
2 000	Cambiar manguera de salida, línea bomba	Dos llaves de expansión de 2"	Mecánico	
2 000	Cambiar manguera cilindro, línea balancín	Dos llaves de expansión de 2"	Mecánico	2
2 000	Cambiar manguera cilindro, línea cazo	Dos llaves de expansión de 2"	Mecánico	
1 000	Cambiar manguera cilindro de la pluma	Dos llaves de expansión de 2"	Mecánico	1

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El aceite en sistemas hidráulicos es usado tanto para la lubricación como para la transmisión de potencia, debe ser lo suficiente viscoso para lubricar las partes móviles eficientemente, pero lo suficientemente delgado para actuar como un refrigerante eficiente, conservando así la vida útil de los filtros y brindando una óptima protección del equipo.

- Frenos.

Tabla 18
Plan frenos excavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
10	Nivel de aceite de; sistema de frenos	Varilla nivel	Operador	0.15
2 000	Cambiar aceite del sistema de frenos	Llave de ½ wipe, depósito y embudo	Mecánico	1
80	Comprobar y ajustar freno de mano	Pinzas, llave de 7/16	Mecánico	0.5

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El estado y el nivel de aceite en los frenos es de gran prioridad, debido a la frecuencia de inspección (diaria), en este sistema, los frenos dependen directamente del aceite con el que este cuenta, debido a que la activación de la maneta empuja las pastillas sobre los discos. Se debe tener en cuenta que el líquido de frenos trabaja en condiciones de presión y de temperatura muy altas.

- Sistema eléctrico

Tabla 19
Plan sistema eléctrico excavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
250	Comprobar el nivel de electrolito de la batería	Varilla nivel	Operador	1
48	Comprobar cableado en cuanto a roces/enrutamiento	N/A	Mecánico	1
80	Comprobar terminales de batería en cuanto al estado y apriete	Llave n° 12	Mecánico	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Las actividades preventivas en los sistemas eléctricos son realizadas por personal eléctrico, que buscan dar solución a problemas eléctricos (luces, encendido, etc.).

- **Carrocería y cabina**

Tabla 20

Plan carrocería y cabina excavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
250	Comprobar y engrasar todos los pasadores y bujes	Aceitera	Mecánico	0.66
250	Lubricar bisagras de puertas/ventanillas	Aceitera	Mecánico	0.66
250	Lubricar todos los cables	Aceitera	Mecánico	0.66
250	Comprobar puerta – ajuste	N/A	Mecánico	0.25
250	Comprobar asiento – funcionamiento	N/A	Mecánico	0.25
10	Comprobar nivel del líquido del lavaparabrisas	N/A	Operador	0.10
80	Comprobar estado de la pintura	N/A	Operador	0.15
250	Comprobar y limpiar máquina en general	Hidrolavadora	Operador	1
10	Engrasar pala de almeja	Aceitera	Mecánico	0.15

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b) Retroexcavadora

- **Motor**

Tabla 21

Plan motor retroexcavadora.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
10	Comprobar nivel del líquido refrigerante	N/A	Operador	1
1 000	Vaciar y llenar sistema de refrigeración	Depósito, llave de ½"	Mecánico	2
10	Comprobar nivel de aceite	Varilla de nivel o sonda	Operador	0.15
250	Cambiar aceite y filtro	Suelta filtro, caneca	Mecánico	2
500	Cambiar elemento externo del filtro de aire	N/A	Operador	0.1
1 000	Cambiar elemento interno del filtro de aire	N/A	Operador	0.1
10	Vaciar separador de aguay filtro de combustible del motor	Suelta filtro	Operador	0.17
250	Cambiar filtro del separador de agua	Suelta filtro	Mecánico	0.17
250	Cambiar filtro de combustible de motor	Suelta filtro	Mecánico	0.1
500	Comprobar correa y accesorios	Llave de ¾"	Mecánico	0.1
6 000	Cambiar correa y accesorios	Llave de ¾"	Mecánico	0.5
250	Comprobar ajuste de los soportes de motor	Dado de ¾ con extensión y palanca	Mecánico	0.25
250	Comprobar estado de todas las mangueras	N/A	Mecánico	1
500	Limpiar radiador	Hidrolavadora	Mecánico	24
2 000	Limpiar tamiz de respiradero	wipe	Operador	0.1
2 000	Comprobar y ajustar separaciones de las válvulas	Calibrador, destornillador de paletas, llave de ½"	Mecánico	3
2 000	Comprobar retenes del tubo de llenado de aceite	N/A	Mecánico	0.17
2 000	Cambiar de tapa de balancines y de inyectores	Llave de ½"	Mecánico	1
6 000	Inyectores	Juego de dados de 7/16 hasta 1", llave de expansión, pinzas, destornilladores	Mecánico	24
6 000	Conducto de rebose de inyectores	Juego de dados de 7/16 hasta 1", llave de expansión, pinzas, destornilladores	Mecánico	0.5
6 000	Examinar líneas de combustible de alta presión	Llaves de ¾"	Mecánico	0.25

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Para este tipo de motores es recomendable usar un buen combustible y aceite para prolongar la vida útil de todos los sistemas que componen al motor.

- Transmisión, puente y dirección

Tabla 22

Plan transmisión, puente y dirección.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
10	Comprobar nivel del aceite de transmisión	Llave L N° 10	Mecánico	0.25
1 000	Cambiar aceite de la transmisión	Llave L N° 10, caneca, embudo	Mecánico	1
500	Cambiar filtro de la transmisión	Suelta filtro	Mecánico	0.25
250	Comprobar niveles de aceite en puentes, incluido los cubos	Herramientas menores y varilla de nivel	Mecánico	0.33
1 000	Cambiar aceite de puentes, incluidos los cubos	Llave L N° 10, Caneca, embudo	Mecánico	2
500	Cambiar aceites de puentes diferenciales de patinamiento de limitado	Llave L N° 10, Caneca, embudo	Mecánico	1
10	Comprobar estado de los neumáticos y presiones	Calibrador	Operador	0.1
250	Comprobar cojinetes de cubos delanteros	Llave de 1 1/8"	Operador	0.25
1 000	Limpiar pre filtro de la transmisión	Wipe	Operador	0.15
10	Engrasar semiejes	Aceitera	Operador	0.1
250	Comprobar cojinetes de cubos delanteros	Llave de 1 1/8"	Operador	0.25
250	Comprobar movimiento y acuñaamiento del puente de la dirección	N/A	Mecánico	0.1
250	Engrasar pivotes y varillas del puente de la dirección	Aceitera	Mecánico	0.25
250	Comprobar pivote principal de puente delantera	N/A	Mecánico	0.3

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Para un buen funcionamiento de este sistema, se necesita estar muy atentos al nivel de aceite.

- Sistema hidráulico

Tabla 23
Plan sistema hidráulico.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
10	Comprobar nivel del aceite hidráulico	Llave L N° 10	Mecánico	0.1
2 000	Muestrear y cambiar aceite hidráulico	Depósito de muestra, embudo, llave de 7/16", caneca	Mecánico	4
500	Cambiar filtro de aceite hidráulico	Suelta filtro	Mecánico	0.17
250	Comprobar cilindros hidráulicos, estado de partes cromadas	N/A	Mecánico	0.25
500	Limpia enfriador del aceite hidráulico	Hidrolavadora	Mecánico	0.33
2 000	Limpia pre filtro de aceite hidráulico	Equipo de limpieza	Mecánico	0.33
2 000	Cambiar tapa de llenado del depósito de aceite hidráulico con filtro incorporado	Llave o switch	Mecánico	0.33

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Es recomendable usar los aceites hidráulicos que sugiere el fabricante debido a que todas las piezas que componen este sistema están diseñadas para que funcionen con este aceite.

- Frenos

Tabla 24
Plan frenos.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
10	Nivel de aceite del sistema de frenos	N/A	Operador	0.17
2 000	Cambiar aceite del sistema de frenos	Depósito y llave de 5/8"	Mecánico	0.50
250	Comprobar y ajustar freno de mano	Pinzas, llave de 5/8"	Mecánico	0.33

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Es muy importante revisar a diario el nivel del líquido de frenos.

- **Sistema eléctrico**

Tabla 25

Plan sistema eléctrico.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
500	Comprobar nivel de electrolito de la batería	Equipo para medir electrolito	Operador	2
250	Comprobar cableado en cuanto a roces/enrutamiento	N/A	Mecánico	0.17
250	Comprobar terminales de la batería en cuanto al estado y apriete	Llave n° 12	Mecánico	0.10

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Carrocería y cabina**

Tabla 26

Plan carrocería y cabina.

Frecuencia (H)	Descripción del Mantenimiento	Herramienta y Equipos	Personal	Duración de la Actividad en horas
250	Comprobar y engrasar todos los pasadores y bujes	Aceitera	Mecánico	0.66
500	Lubricar bisagras de puertas/ventanillas	Aceitera	Mecánico	0.1
500	Lubricar todos los cables	Aceitera	Mecánico	0.6
500	Comprobar puerta – ajuste	N/A	Operador	0.02
500	Comprobar nivel del líquido del lavaparabrisas	N/A	Operador	0.02
10	Comprobar nivel del líquido del lavaparabrisas	N/A	Operador	0.02
10	Encajamiento del trabador de la pluma	N/A	Operador	0.02
250	Comprobar estado de la pintura	N/A	Operador	0.25
10	Comprobar y ajustar patas de estabilizadores (desplazamiento lateral)	N/A	Operador	0.15
10	Comprobar y limpiar máquina en general	Hidrolavadora	Operador	0.25
10	Engrasar pala de almeja	Aceitera	Operador	0.1

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4. Mejora del rendimiento al implementar un plan de mantenimiento

3.4.1. Rendimiento tomado en campo Calera Colquirrumi sin mantenimiento

Tiempo tomado:	60 minutos = 1 hora
Ciclo:	30 seg.
Capacidad del cucharón:	1.5 m ³
Factores de trabajo:	0.85
Potencia:	157 Kw.
Fuerza de trabajo:	248 kN
Tipo de terreno:	Resistente (Calizas volada) RMR=73

Por tanto, una excavadora JCB220LC y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 120 m³/h.

3.4.2. Rendimiento en Calera Colquirrumi N° 49-B si se implementa el mantenimiento preventivo

$$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0.764}{T * FV}$$

- R = Rendimiento en m³ /hr medido en banco
- Q = Capacidad del cucharón = 1.5 m³.
- E = factor de rendimiento de la máquina a 0.85 = 0.65

Condiciones de la Obra	Coeficiente de Administración o Gestión			
	Excelente	Buena	Regular	Mala
Excelente (1)	0.84	0.81	0.76	0.70
Buena (0.95)	0.78	0.75	0.71	0.65
Regular (0.85)	0.72	0.69	0.65	0.60
Mala (0.75)	0.72	0.69	0.65	0.60

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- K = Factor de llenado del cucharón (depende de la capacidad del mismo) = 0.9

Cap.	Yd ³	3/4	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Nominal									
del	m³	0.574	0.765	1.148	1.53	1.91	2.3	2.68	3.06
cucharón									
Material Excavado									
Arcilla húmeda o arenosa		1.15	1.15	1.15	1.16	1.16	1.16	1.20	1.22
Arena o grava		0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.98	1.02	1.02
Tierra común compactada		1	1	1	1.05	1.05	1.05	1.08	1.08
Arcilla dura y tenaz		1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	1.16	1.18
Arcilla cohesiva húmeda		1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	1.16	1.18
Roca bien tronada		0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.95	0.95
Escombros con piedra		0.85	0.85	0.9	0.9	0.9	0.95	0.95	0.95

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- F V = Factor de abundamiento = 0.65 en promedio

Material	% de Abundamiento
Arena o Grava Limpia	5 – 15
Suelo Artificial	10 – 25
Tierra Lama	10 – 35
Tierra Común	20 – 45
Arcilla	30 – 60
Roca Sólida	50 – 80

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg) = 25 seg.

$$R = \frac{3600 * 1.5 * 0.65 * 0.9 * 0.764}{25 * 0.65}$$

$$R = 148.5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

3.4.3. Promedio de rendimiento de campo y según formulas

Cantera	Rendimiento en Campo (m ³ /h)	Rendimiento en Fórmulas (m ³ /h)
Calera Colquirrumi N°49B	120	148.5
Total promedio		134.25

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.5. Costos de implantación para un año

- Determinación de horas de trabajo al año

En la calera Colquirrumi N°49-B, se trabajan 8 horas diarias, de esas 8 horas diarias 1 hora se descansa por almorzar, por tanto, las horas netas de trabajo son 7 horas diarias.

Se trabaja de lunes a sábado, en un mes solo se trabaja 26 días.

Horas de trabajo anual

$$= \text{numero de meses en un año}(\text{días de trabajo mensual} * \text{horas diarias})$$

$$\text{Horas de trabajo anual} = 12(26 * 7)$$

$$\text{Horas de trabajo anual} = 2184 \text{ horas}$$

Por tanto, los equipos van a pasar mantenimiento preventivo las 250 horas, 500, 750, 1 000 y 2 000.

Se cotizo los precios de mantenimiento preventivo según las fichas anteriormente descritas, la empresa encargada de realizar el mantenimiento es Egroupmotors1 S.A.C.

Tabla 27

Costos de mantenimiento en el plan preventivo.

Horas	Costo del mantenimiento
250	10 000 soles
500	10 000 soles
750	10 000 soles
1 000	12 000 soles
2 000	15 000 soles
Total	57 000 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Para implementar el plan de mantenimiento preventivo según los equipos en en la empresa Colquirrumi N° 49B, el costo asciende a 57 000.00 soles.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Chávez y Espinoza, (2016), presentaron su Tesis: “*Propuesta de Implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de los Equipos de la Planta de Alimentos de la Empresa Minera La Zanja S.R.L.*”. De los resultados de los indicadores concluyeron que el plan de mantenimiento preventivo es rentable para su puesta en marcha e implementación, se logra reducir los costos de mantenimiento de los equipos y aumentar la productividad, como consecuencia del aumento de la disponibilidad de estos.

A comparación de esta tesis se logra analizar la viabilidad de un plan de mantenimiento preventivo acorde a su rendimiento.

4.2. Conclusiones

- En la calera colquirrumi N°49-B, se cuenta con una excavadora JCB 220LC, una retroexcavadora JCB 3CXTT, un bobcat JCB, un volquete de 18 m³ y una camioneta; actualmente no se le realiza un mantenimiento preventivo. El costo de un mantenimiento preventivo en promedio es de 57 000 soles anuales, en 2184 horas por año.
- El plan de mantenimiento preventivo de los equipos mineros en la calera Colquirrumi N°49-B, consiste en la aplicación de tres formatos básicos, el primero es el formato de inspección diaria del equipo.
- Con la propuesta de un plan de mantenimiento en la calera Colquirrumi N°49-B, se pretende llegar al rendimiento teórico de los equipos que actualmente presentan deficiencias, se estima que el rendimiento del equipo principal que es la excavadora sea 134.25 m³/hora, el costo del mantenimiento preventivo es de 57 000 soles anuales.

REFERENCIAS

- Bahamóndez, M. (2017). Implementación Sistema de Gestión para Reducción de Costos Optimizando el Desempeño por Componente en Equipos Mineros. *Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil de Minas*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146289>
- Bonzi, J. (2016). Propuestas de Mejora de la Utilización Efectiva en Base a Disponibilidad de la Flota de Carguío y Transporte en Minera Los Pelambres. *Tesis para Optar el grado de Ingeniero Civil de Minas*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle>
- Calderón, N. (2014). Mejora del Tiempo de Operatividad de Camiones Volquetes en Proyectos de Mantenimiento Vial, utilizando Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado. *Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4241>.
- Chau, L. (2013). Gestión del Mantenimiento de Equipos en Proyectos de Movimiento de Tierras de una empresa Cajamarquina dedicada a la Minería. *Tesis Magistral*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/813/1/chau_lj.pdf
- Chávez, H., & Espinoza, R. (2016). Propuesta de Implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de los Equipos de la Planta de Alimentos de la Empresa Minera La Zanja S.R.L. (*Tesis de pregrado*).

- Hualgayoc, Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7661/Ch%C3%A1vez%20>
- Corrales, M. (2014). Implementación del Plan de Mantenimiento a la Flota de Palas Eléctricas Tz-Wk12c en la Unidad Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. con la Finalidad de Aumentar la Disponibilidad. (*Tesis de pregrado*). Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7661/Ch%C3%A1vez%20>
- Marca, C. (2014). Análisis de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en la Empresa Contratista SMCOSA, Mina Colquijirca de SMBSA. *Tesis para Optar el Grado de Ingeniero de Minas*. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle>
- Martínez, A. (2015). Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria a Minera Yanacocha. *Tesis para Optar el Grado de Ingeniero Industrial*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream>.
- Rodríguez, M. (2012). Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca. *Tesis profesional para Optar el Título de Ingeniero Industrial*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de repositorio.upn.edu.pe/.../Rodriguez%20del%20Aguila%20Miguel%20
- Soto, C. (2016). Diseño, Validación e Implementación de una Aplicación de Acarreo en Minería Superficial. *Tesis para Optar el Grado de Ingeniero de Minas*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de tesis.pucp.edu.pe/.../SOTO_VILCA_TARAZONA_NÉSTOR

ANEXOS

Anexo n°1. Fotografías.



Figura 7. Cucharón del bobcat.

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 8. Bobcat.

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 9. Cucharón de la excavadora.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

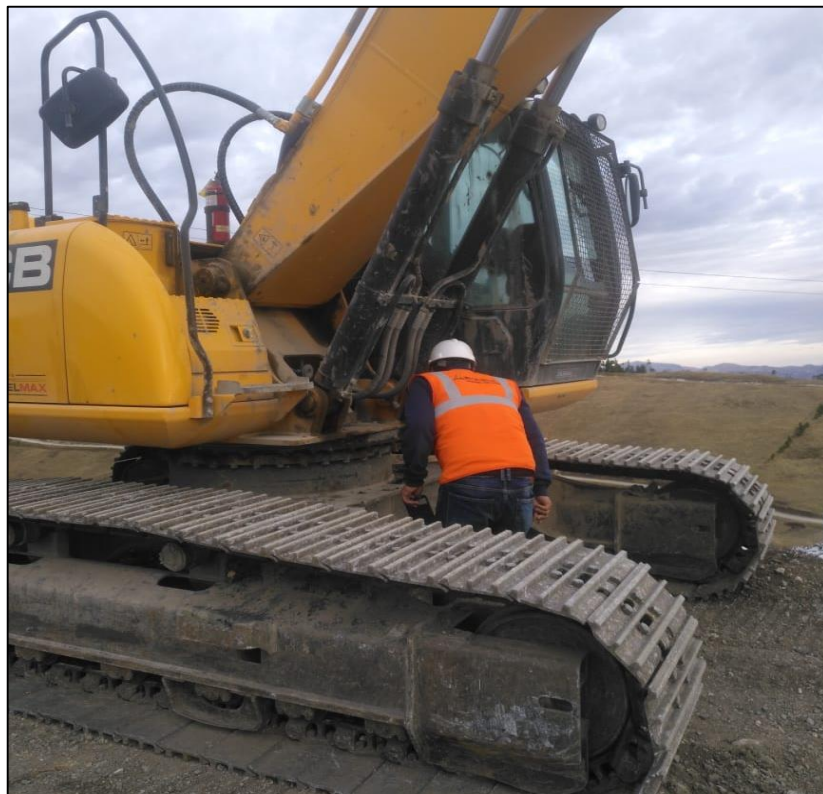


Figura 10. Revisión de la excavadora.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 11. Revisión de la retroexcavadora.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Anexo n°2. Instrumentos.

- Ficha de características de los equipos.

Tabla 28

Características de los equipos.

Combustible:

Cilindrada:

Válvulas:

Motor - tracción:

Transmisión:

Neumáticos:

Frenos (del. - tras.):

Suspensión delantera:

Suspensión trasera:

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Ficha de inspección de los equipos.

Tabla 29

Formato Inspección diaria para retroexcavadora.

INSPECCIÓN DIARIA															
Fecha Inspección:															
Nombre Operador															
Grúa:															
No.	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	LUN		MAR		MIER		JUEV		VIER		SAB		DOM	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
	HOROMETRO MOTOR GRÚA														
	HOROMETRO MOTOR CAMIÓN														
1	Estado de luces de trabajo delanteras														
2	Estado de luces de trabajo traseras														
3	Estado de la cubierta contra el sol														
4	Estado del cinturón de seguridad														
5	Extintor de 10 Lbs PQS.														
6	Estado del asiento del operador														
7	Estado de mandos de izaje del Boom y cable														
8	Estado del tablero de control														
9	Estado del exhosto (tubo de escape humos)														
10	Alarma de reversa o emergencia y Pito														
11	Escaleras y apoyos de acceso														
12	Estado del sistema hidráulico														
13	Estado de mangueras del sistema Hidráulico														
14	Estado de mecanismo de giro														
15	Estado general de la estructura del boom y Jib														
16	Estado de cable de izaje de la carga														

Fuente: Elaboración propia, (2018).