



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Trabajo de Investigación

**Optimización de tiempo en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018**

para optar el Grado Académico de Bachiller en  
Ingeniería de Minas

**Juan Carlos Ccopa Queque**

Arequipa, 2018



Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por la fortaleza que me brinda todos los días y que me motivan a seguir adelante para poder cumplir mis objetivos y metas profesionales.

Agradezco a mi familia que siempre me brindó su apoyo en el transcurso de mi formación académica y que sin ellos la culminación de mi carrera profesional no hubiera sido posible.

Finalmente agradezco a la Universidad por brindar la oportunidad de desarrollo académico a alumnos que laboran.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mi familia, por su valioso apoyo que me brindaron en el transcurso de mis estudios académicos.

A mis padres por motivarme a lo largo de mi vida ya que ellos velaron por mi educación y bienestar.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.1.2 Formulación del problema .....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	3
1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES .....	4
1.4.1 Hipótesis .....	4
1.4.1.1 Hipótesis general.....	4
1.4.1.2 Hipótesis específicas .....	4
1.5 DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	5
1.5.1 Optimización de tiempos.....	5
1.5.2 Abastecimiento de combustible .....	5
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	7
2.1.1 Local .....	7
2.1.2 Nacional.....	8
2.1.3 Internacional .....	9
2.2 BASES TEÓRICAS .....	10

2.2.1 Optimización de tiempo .....	10
2.2.1.1 Estudio de tiempos .....	10
2.2.1.2 Determinación del tiempo actual del proceso .....	13
2.2.1.3 Identificación de tiempo improductivo .....	14
2.2.1.4 Tolerancia .....	15
2.2.1.5 Plan de Reducción .....	16
2.2.2 Abastecimiento de combustible .....	16
2.2.2.1 Rapidez en abastecimiento de combustible .....	16
2.2.3 Equipos de Conformación y compactación .....	17
2.2.4 Presa de relave .....	18
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	18
2.3.1 Determinación de tiempo .....	18
2.3.2 Identificación de tiempo improductivo .....	18
2.3.3 Plan de reducción .....	19
2.3.4 Rapidez en abastecimiento de combustible .....	19
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	20
3.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
3.3 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	21
3.3.1 Tipo de investigación .....	21
3.3.2 Nivel de investigación .....	21
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	21
3.4.1 Técnica .....	21
3.4.2 Instrumentos .....	22
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	22
3.5.1 Población .....	22
3.5.2 Muestra .....	22
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
4.1 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ACTUAL .....	24
4.1.1 Situación actual .....	24
4.1.2 Descripción del proceso .....	26

4.1.3 <i>Determinación de tiempos en el proceso</i> .....	28
4.1.4 <i>Descripción del abastecimiento de combustible</i> .....	28
4.2 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO .....	30
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	31
5.1 PROPÓSITO .....	32
5.2 ALCANCE .....	32
5.3 RESPONSABLES.....	32
5.3.1 <i>Jefe de operaciones</i> .....	32
5.3.2 <i>Supervisor de operaciones</i> . .....	33
5.4 JUSTIFICACIÓN .....	33
5.5 MEJORA DEL PROCESO.....	36
5.6 DESARROLLO DEL PLAN .....	36
CONCLUSIONES .....	40
RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Operacionalización de variables .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2: Descripción de los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. ....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 3: Hora de inicio y de fin de cada actividad realizada en el proceso de compactación y conformación .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 4: Descripción de hora y maquinaria.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5: Tiempo aproximado en minutos que toma realizar las actividades de demora.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6: Costo por equipo.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 6: Costo por equipo y tiempo muerto.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 7: Nuevos horarios de abastecimiento.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 8: Nuevos horarios de abastecimiento.....</i>	<i>39</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Proceso actual de compactación y conformación de la presa de relave de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2: Diagrama de distribución de las actividades realizadas .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3: Gastos de los equipos de conformación y compactación. ....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 4: Gastos de los equipos de conformación y compactación al mes. ..</i>	<i>35</i>
<i>Figura 5: Proceso propuesto de compactación y conformación de la presa de relave de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.....</i>	<i>38</i>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN LOS EQUIPOS DE CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA PRESA DE RELAVES EN SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A., 2018” tiene por objetivo general optimizar el tiempo de abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. para lo cual se propondrá un plan de reducción.

Para la realización de la presente investigación se tuvo que efectuar coordinaciones con la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., se aplicó fichas de observación las cuales nos ayudaran a medir el tiempo y determinar el tiempo de improductivo, obteniendo como resultado que la actividad que presenta mayor tiempo improductivo es el abastecimiento de combustible el cual toma 30 minutos aproximadamente por máquina en ambos turnos A,B que al final equivalen a \$ 421.00 de perdida indirecta para la empresa, para evitarlo se propone cambiar el horario de abastecimiento y que este se realice a la hora de refrigerio para no desperdiciar tiempo en traslado del equipos en horarios de trabajo.

**Palabras Clave:** optimización de tiempo, reducción, tiempo improductivo, relave.

## **ABSTRACT**

This thesis entitled: "OPTIMIZATION OF TIME IN THE SUPPLY OF FUEL IN THE EQUIPMENT OF CONFORMATION AND COMPACTION OF THE DAMAGE OF RELAYS IN SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE SAA, 2018" has as its general objective to optimize the time of fuel supply in the equipment of conformation and compaction of the tailings dam at Sociedad Minera Cerro Verde SAA for which a reduction plan will be proposed.

To carry out the present investigation, coordination with the Sociedad Minera Cerro Verde SAA had to be carried out. Observation forms were applied, which will help us to measure the time and determine the unproductive time, obtaining as a result that the activity that presents the greatest unproductive time is the fuel supply which takes approximately 30 minutes per machine and per shift which in the end is equivalent to \$ 421.00 of indirect loss for the company, to avoid it it is proposed to change the sourcing schedule and that this is done at the time of refreshment so as not to waste time in transferring the equipment.

**Keywords:** optimization of time, reduction, unproductive time, tailings.

## INTRODUCCIÓN

Con la presente investigación titulada “OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN LOS EQUIPOS DE CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA PRESA DE RELAVES EN SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A., 2018.” Con la cual se estudiarán los tiempos que se utilizan en el proceso de conformación y compactación para mejorar la efectividad el trabajo ya que se determinó que el abastecimiento de combustible es el que más tiempo improductivo acumula.

La investigación desarrollada se divide en cinco capítulos desarrollados de la siguiente forma:

El desarrollo del capítulo I se denomina Planteamiento del estudio donde se formula el problema principal que indica que; Actualmente en esta ampliación de la presa de relaves vienen operando quince equipos entre tractores D9, D8, D6 y rodillos compactadores Bomag BW 215; los que se encargan de la conformación y compactación de capas de 30cm de relaves. En el proceso de abastecimiento de combustible, que se realiza dos veces al día se demora 30 minutos por equipo, entre desplazamientos desde los frentes de trabajo, talud (pisos con inclinación de 35°) hacia la corona, (piso horizontal) lugar de abastecimiento sumado a este tiempo las charlas de coordinación que tiene lugar al momento de inicio de jornada, todo esto ocasiona la pérdida de horas máquina y horas hombre. Por tal motivo, el presente estudio pretende evaluar y proponer las alternativas de solución al problema.

El capítulo II marco teórico, se realiza una revisión completa para recopilar las definiciones de distintos autores sobre la optimización de tiempo, estudio de tiempo, a reducción, estudio de movimientos, el abastecimiento de combustible, etc.

En el capítulo III se desarrolló la metodología, donde se define el diseño de la investigación, la población y muestra del estudio que consta de 30 operadores de los equipos, la técnica que se emplea; son fichas de recolección de datos y encuestas, el instrumento a utilizar hojas de registro, encuesta finalmente los datos obtenidos se procesaron en Microsoft Excel.

En el capítulo IV de desarrolla el resultado de la investigación, se aplicó realizó fichas de observación las cuales nos ayudaran a medir el tiempo y determinar el tiempo de improductivo, obteniendo como resultado que la actividad que presenta mayor tiempo improductivo es el abastecimiento de combustible el cual toma 30 minutos aproximadamente por máquina en ambos turnos A,B que al final equivalen a \$ 421.00 de perdida indirecta para la empresa.

En el capítulo V designado Propuesta de Mejora donde se propone cambiar el horario de abastecimiento y que este se realice a la hora de refrigerio para no desperdiciar tiempo en traslado del equipo; finalmente se plantean conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento y formulación del problema**

##### **1.1.1 Planteamiento del problema**

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. es una empresa minera dedicada a la explotación de cobre. Su capacidad de producción según el Ministerio de Energía y Minas indica que en el primer semestre del 2018 produjo 280,864 toneladas concentradas de cobre de baja ley, logrando que Arequipa se consolide como líder entre las regiones que más cobre generan en el país. Este motivo llevó a la empresa a realizar la ampliación de *La presa (enlozada) de la Mina Cerro Verde*.

Actualmente en esta ampliación vienen operando quince equipos entre tractores D9, D8, D6 y rodillos compactadores Bomag BW 215; los que se encargan de la conformación y compactación de capas de 30cm de relaves. En el proceso de abastecimiento de combustible, que se realiza dos veces al día se demora 30 minutos por equipo, entre desplazamientos

desde los frentes de trabajo, talud (pisos con inclinación de 35°) hacia la corona, (piso horizontal) lugar de abastecimiento sumado a este tiempo las charlas de coordinación que tiene lugar al momento de inicio de jornada, todo esto ocasiona la pérdida de horas máquina y horas hombre. Por tal motivo, el presente estudio pretende evaluar y proponer las alternativas de solución al problema planteado.

### **1.1.2 Formulación del problema**

De acuerdo a lo descrito anteriormente y reconociendo la importancia de la optimización del tiempo en la productividad, se pretende contestar la siguiente pregunta: ¿Se podrá optimizar el tiempo de abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018? De la cual se obtienen los siguientes problemas específicos.

- a) ¿Cuál es el tiempo actual del abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018?
- b) ¿Cuánto tiempo improductivo se da durante el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018?
- c) ¿Cuáles son los aspectos a tener en cuenta para proponer un plan de reducción de tiempo improductivo en el abastecimiento de combustibles en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018?

## **1.2 Objetivos**

En este trabajo de investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

### **1.2.1 Objetivo general**

Optimizar el tiempo de abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar el tiempo actual que toma el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018.
- b) Identificar el tiempo improductivo durante el proceso de abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018.
- c) Proponer un plan de reducción de tiempo improductivo del proceso de abastecimiento de combustibles en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018.

## **1.3 Justificación e importancia**

El presente trabajo de investigación será desarrollado en la Presa de relaves la Enlozada de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A, sobre la influencia de abastecimiento de combustible diario para los turnos A, B, surge ante la necesidad de dar un aporte muy importante para el mejoramiento en las tareas de conformación y compactación de relaves y así lograr la maximización de la disponibilidad de los equipos y la minimización de desgaste de componentes mecánicos de los equipos en traslados inoportunos.

La importancia de esta investigación se muestra en los siguientes elementos los cuales se puntualizan a continuación:

- a) Económico; porque al optimizar el tiempo en el proceso de abastecimiento

de combustible reducirá los tiempos muertos, teniendo un efecto positivo para la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. aumentando su productividad.

b) Medio ambiental, ya que al contar con más tiempo productivo mejorará la calidad del manejo de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Sumando hacia la excelencia ambiental.

c) Académico, desde el punto de vista académico, esta investigación será útil para futuras investigaciones porque será la base para futuras investigaciones concernientes a la optimización de tiempos, en el abastecimiento de combustible.

## **1.4 Hipótesis y descripción de variables**

### **1.4.1 Hipótesis**

#### ***1.4.1.1 Hipótesis general***

La optimización de tiempo reduce los tiempos improductivos en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

#### ***1.4.1.2 Hipótesis específicas***

a) El tiempo en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. es alto.

b) El tiempo improductivo durante el abastecimiento de combustible en los equipos influye negativamente en la conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

c) El desarrollo y aplicación de un plan de reducción de tiempos improductivos influye en la optimización de tiempos en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

## **1.5 Definición de variables**

### **1.5.1 Optimización de tiempos**

Para definir la optimización del tiempo es necesario conocer que es el tiempo, Según (Cardona Recinos, 2009) considera que el tiempo es una construcción del hombre para ordenar la vida en sociedad, es necesario para comprobar, medir y expresar cambios; además (Escalante Pérez, 2009) indica que la optimización es encontrar la mejor forma de realizar una actividad por lo tanto la optimización de tiempo es dar un buen uso a este, utilizando el tiempo necesario para cada actividad, sacando el máximo provecho.

### **1.5.2 Abastecimiento de combustible**

Según (García Criollo, 1998) indica que el abastecimiento se vincula directamente con la acción de proveer lo necesario en un tiempo determinado, en este caso el abastecimiento de combustible, es proporcionar del combustible necesario a las maquinarias para que estas puedan operar adecuadamente.

**Tabla 1: Operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>
Optimización de tiempo	Determinación de tiempo actual del proceso	Abastecimiento de combustible	Hoja de registro Encuesta
		Tiempo de espera	
		Tiempo de cuadro	
		Tiempo de salida	
	Identificación de tiempo improductivo	Tiempo en grifo	
		Tiempo muerto	Hoja de registro
	Horas totales perdidas al día por equipo	Procesamiento de datos	
Plan de reducción	Reducción en el tiempo de desplazamiento	Reducción en el tiempo de recarga	
		Reducción en el tiempo de revisión de la máquina	
Abastecimiento de combustible	Rapidez en abastecimiento de combustible	Reducción de tiempos en el abastecimiento Mayor producción Eliminación de tiempos improductivos	Fichas de observación

*Fuente: Elaboración propia.*

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes del problema**

##### **2.1.1 Local**

Champi Guzmán, Marvin (2015) en su tesis titulada; “Reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema Vr - 300 Gpm. en los volquetes de mina - Unidad Operativa Cuajone” presentada en la Universidad Nacional de San Agustín indica que el objetivo principal de este estudio, es minimizar las demoras operativas, que afectan principalmente las demoras en el transporte que representan el 57% al costo total de las operaciones, los cuales pueden reducirse al aumentar la productividad, ademars reduciendo el tiempo de improductividad. En la investigación para conseguir el objetivo primero se tuvo que determinar el tiempo de abastecimiento del grifo que provee combustible, y el tiempo de espera que otros vehículos que están aproximadamente en un intervalo de 15 a 20 minutos, por ello se dispone implementar el proyecto de optimización del abastecimiento de combustible de faucet el que consiste en modificar la manera convencional del abastecimiento del combustible y sustituirlo por un nuevo sistema rápido VR 300 GPM en todos los equipos con los que cuenta la empresa de transporte, en 3 tomas fijas que suministrarán

cualquier depósito en Menos de 4,5 minutos, teniendo como resultado la reducción del tiempo hasta en ocho minutos. La Minera Cuajone realiza operaciones con un total de 50 dumpers en los que se instaló el SISTEMA WIGGING VR 300 (Adaptador para tanques de acoplamiento) en el 60% de la flota de transporte y el SYSTEM VR 300 GPM para el inicio en 2 pruebas de zócalos fijos. Este monitoreo y mejora oportuna permite un mejor uso del equipo, lo que se refleja en un menor costo unitario operacional (US \$ / t), como se muestra en los resultados del capítulo V, como resultado del aumento de la productividad.

### **2.1.2 Nacional**

Apaza Risco Elmer Danilo (2017) en su investigación titulada “Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C”, de la Universidad Nacional de Trujillo indica que en la empresa minera "Shahuindo" la carga, también el transporte de los residuos y minerales, estas son operaciones unitarias relevantes en las empresas mineras, que deben darse en tiempos óptimos sin generar residuos al acrecentar la producción. La Minera Shahuindo, presenta problemas con la espera de equipos, donde realizan colas excesivamente largas en los frentes y áreas de carga y descarga. Entre las operaciones más relevantes están la carga y el transporte por esto es necesario mejorar estos procesos para conseguir resultados óptimos.

Se presencia retrasos en el transcurso de las actividades de carga y transporte, como los retrasos no operacionales y operativos los cuales presenta dificultades en los KPI operativos, la disminución utilización de los vehículos que afectaran a la productividad y no admite lograr el cumplimiento de la producción mensual. La investigación se basa principalmente identificación los minutos considerados en tiempos muertos y las pérdidas de operaciones de actividades de carga y acarreo para obtener un plan de acción con el objetivo de generalizar y conservar la mejora continua en todas las actividades realizadas, con el objetivo de conseguir una mejor productividad lo que a su vez llevara a

aumentar su rendimiento como consecuencia de la reducción del tiempo improductivos obteniendo mejores utilidades, por ello la productividad aceptable en base al precio del equipos de la empresa, de carga y transporte con lo cual se cumple la producción planificada al mes

De todos los procesos de la empresa, se obtuvo que aumentar se puede observar que el aumento en los retrasos operacionales fue el más significativo durante la operación, esto se debe a ciertos aspectos que son la ocasión de los retrasos. Se obtuvo una reducción de 65.6% en las horas de retraso para la carga y 47.8% de las horas de retraso en el acarreo, además la producción de minerales agrandó un 12,5% con respecto al mineral hasta el PAD y un 67,6% con respecto a la reserva. Otro indicador mejorado es que la producción mensual vs presupuestada aumentó de 47.3% a 107%.

### **2.1.3 Internacional**

Ayda Elizabeth Escalante Pérez (2009) en su trabajo de grado titulado "Optimización del proceso productivo a través de un estudio de tiempos y movimientos de una fábrica de tejidos" presentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala como exigencia de la universidad para conseguir el título de ingeniera industrial, el trabajo concluye con un tesis en el cual se miden los tiempos y movimientos en diversos procesos durante la producción, además se considerará diversos aspectos que trae como consecuencia una producción ineficiente; al ejecutar la investigación de tiempos y movimientos, los procesos de producción se perfeccionarán y, como consecuencia, acrecentar la eficiencia nos dará como resultado permitirá efectuar la solicitud de los interesados; Los diagramas de operaciones, el diagrama de flujo, el esquema de ruta y el esquema bimanual son esenciales en el estudio de tiempos y movimientos, ya que suministran una enfoque más detallado de las operaciones, las distribuciones de la maquinaria y las áreas que se deben mejorar, con la implementación. El programa de mantenimiento de la maquinaria y el equipo evitará todos los fallos que se den por falta de este, ya que la optimización de un proceso de producción debe tener en cuenta el bienestar de los operadores, debe proporcionar un entorno

de trabajo agradable y un entorno económico estable. Una remuneración que les permita sentirse seguros, el mantenimiento de las máquinas representa una inversión que a mediano y largo plazo traerá beneficios, ya que esta inversión revertirá en mejoras en la producción, al llevar a cabo la implementación de las mejoras en la producción de suéteres.

Además, se tiene que tener en cuenta que los operadores de ríos reciban su capacitación, para que estos se adapten a los cambios realizados; las diferentes operaciones deben estandarizarse para ejecutar un rastreo de los tiempos que tiene cada uno y los operadores tienen un intervalo de tiempo para ejecutar cada operación aprovechando al máximo el tiempo; Todas las mejoras propuestas generan beneficios para la empresa, ya que los costos se reducen considerablemente cada vez que se realiza el seguimiento y control de los mismos.

Las diferentes investigaciones revisadas anteriormente con respecto a la optimización del tiempo nos permitirán tener una base teórica sólida para el desarrollo de nuestra investigación.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Optimización de tiempo**

#### ***2.2.1.1 Estudio de tiempos***

El estudio de tiempo trae consigo una gran cantidad de diversos procedimientos con lo cual se desea determinar el tiempo estimado que necesita una actividad, los cuales se darán bajo ciertos parámetros establecidos y ya definidos si estas actividades involucran actividades realizadas por operarios, este se realiza con la finalidad principal de producir más utilizando el menor tiempo posible con ello se logra mejorar la eficiencia en cada puesto de trabajo y las actividades que estas compete. Esta acción involucra la habilidad de establecer un estándar de tiempo aceptable para realizar un trabajo en específico, principalmente se basa en calcular las actividades que se realiza en un trabajo del método prescrito, para ello se debe tener en cuenta a la fatiga

y diversos retrasos que pueda existir ya sean provocados por el personal o por cualquier causa ajena e inevitable (Castillo Rivas, 2004).

*"La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que se ha convertido en un trabajo calificado en una tarea definida como un estándar de ejecución preestablecida".* (Charbonneau, 2005)

*a) Elementos del estudio de tiempos:*

Selección del operador: para la realización del estudio es necesario tener en cuenta que los operadores realicen el mismo trabajo, se deberá tener en cuenta, el tipo de operador que se seleccionará para el estudio; obligatoriamente este debe ubicarse en el tipo promedio, si es que no se encontrara elegir uno que este sobre el promedio pero de ningún modo evaluar al menos experto o que no esté correctamente capacitado para la actividad que se esté estudiando, este es un factor importante y permitirá tener un estudio más acertado. Al entrevistar al operador es fundamental hacerlo con la mayor cordialidad posible, buscando ser amigable e informarlo adecuadamente en todo momento, es necesario causar una primera buena impresión al trabajador para que este pueda brindarnos la información necesaria para el estudio por ser una fuente de calidad. Debe tener la oportunidad de hacer todas las preguntas que desee sobre los tiempos y el estudio que se realizará.

*b) Estudio de movimientos:*

El estudio de movimientos es la observación cuidadoso y minuciosa de los distintos movimientos realizados por el cuerpo al realizar un trabajo, en el caso de esta investigación es eliminar o reducir actividades ineficientes y facilitar la eficiencia, simplificando lo necesario y luego instituyendo la serie de movimientos más favorables para lograr la máxima eficiencia al momento de realizar un trabajo (Krick, 1991).

- Reducir el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.

- Efectuar la elaboración sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

*c) Pasos para su realización:*

- Preparación:

Se selecciona la operación.

Se selecciona al trabajador.

Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.

Se establece una actitud frente al trabajador.

- Ejecución:

Se obtiene y registra la información.

Se descompone la tarea en elementos.

Se cronometra.

Se calcula el tiempo observado.

- Valoración:

Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.

Se aplican las técnicas de valoración.

Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

- Suplementos:  
Análisis de demoras  
Estudio de fatiga  
Cálculo de suplementos y sus tolerancias

- Tiempo estándar:  
Error de tiempo estándar  
Cálculo de frecuencia de los elementos  
Determinación de tiempos de interferencia  
Cálculo de tiempo estándar

### **2.2.1.2 Determinación del tiempo actual del proceso**

En el estudio de tiempo, la determinación del tiempo actual que toma una actividad es crucial, se utiliza para investigar los porcentajes que toma cada actividad con respecto a la sumatoria de todas las actividades que componen un trabajo (Mundel, 1984).

Los resultados obtenidos servirán para establecer las tolerancias o márgenes que se puede aplicar al trabajo, con esto se podrá evaluar el uso de las maquinarias y determinar estándares durante la producción (Apaza Risco, 2017).

Los tiempos determinados son una recopilación de tiempos admitidos al movimiento y los conjuntos de movimientos primordiales, los cuales no consiguen ser estimados exactamente con un proceso común mediante el uso de un cronometro. El encargo del estudio establecerá una frecuencia de operaciones para cada actividad dentro de un trabajo: revisará que en cada puesto de trabajo se utilice el tiempo necesario para la realización de alguna actividad competente al puesto, además, instaurara un modelo de movimientos, para ello es necesario que mida cada movimiento y que se le asigne un valor de tiempo; la sumatoria de todo este valor será el patrón de tiempo.

Estudio de tiempos cronometrado Es un método de precisión, se da a partir de un número limitado de observaciones, es el tiempo necesario para una tarea determinada teniendo en cuenta uno establecido con anterioridad. (Cardona Recinos, 2009).

a) *Datos estándar.*

Los datos estándar se obtiene a partir de otros estudios realizados, estos son imprescindibles para la realización de nuevos estudios siendo un punto de partida y de referencia y han demostrado ser efectivos al momento de la acciones de cualquier actividad. Los datos estándar actualmente se refieren a los estándares tabulados de otros tiempos, los gráficos y tablas que se han recopilado a través del tiempo y por diversos estudios realizado a distintas actividades que realiza la empresa, sin la necesidad de un instrumento de medición de tiempo. (Champi Guzman, 2015).

b) *Diagrama de operaciones*

El diagrama de operación nos muestra la secuencia cronológica de las diversas actividades que se realizan en las diversas líneas de producción con las que cuenta la empresa, en estas se ubican los ingresos materia prima y material que se manejan en el proceso de fabricación de los productos u diversas operaciones. Para la construcción de un diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una acción u operación, el cuadrado que equivale a la inspección, una flecha que significa la demora en una actividad, finalmente el círculo dentro de un cuadrado el cual simboliza una inspección junto con una operación.

Operación: es una acción que se da para la producción u operación, este puede ser por ejemplo cuando empieza un estudio se convierte intencionalmente.

Inspección: Es verificar, es cuándo se somete al producto a exámen para comparar con el estándar, por ejemplo, mediciones, pesos que deben de estar de acuerdo al estándar indicado por la empresa.

### **2.2.1.3 Identificación de tiempo improductivo**

a) Equipos para el estudio de tiempos.

Los instrumentos necesarios para realizar un adecuado estudio de tiempos, no tienen precio elevado, elaborado en comparación al equipo necesario para el estudio de movimientos y micro movimientos. Otro punto importante es que las destrezas y la personalidad tienen un peso importante y es imprescindible para el éxito del estudio. El equipo mínimo que se requiere para realizar un estudio de tiempos es el siguiente: (Kamawaty, 2000)

- Cronómetros.
- Máquinas registradoras de tiempo.
- Cámaras de video.
- Tablero portátil.
- Formularios.

#### **2.2.1.4 Tolerancia**

Generalmente se aplican para cubrir tres áreas amplias, que son:  
Retrasos o retrasos personales: Implica las interrupciones que existen mientras se realizan un trabajo, esto se da por que son necesarios para el bienestar del empleado (Castillo Rivas, 2004).

Retrasos inevitables: son de fuerza mayor, son interrupciones que suelen darse por parte de un jefe o supervisor, en el cual se estima un margen del 3%.

Retrasos por la fatiga laboral: Se puede considerar dentro de los retrasos personales, puede darse por fatiga de los trabajadores ya sea mental o física y necesario detener una producción o actividad si los trabajadores presentan fatiga ya que esto puede ocasionar eventualidades como accidentes o incidentes (Champi Guzman, 2015).

- Condiciones de trabajo:  
Ruido.  
Ligero.  
Humedad.  
Temperatura.

Aire fresco.

Calor de los locales y su entorno.

- Naturaleza del trabajo.
- Concentración necesaria para ejecutar la tarea.
- Monotonía de corrientes corporales similares.
- Fatiga muscular debido a la distensión de los músculos.
- El enfoque que el trabajador debe asumir para ejecutar la operación.
- Estado de salud general del trabajador, físico y mental:
- Altura.
- Rotura.
- Estabilidad emocional.
- Condiciones domésticas.

#### **2.2.1.5 Plan de Reducción**

El plan de reducción de tiempo se da cuando se desea mejorar un método de tiempos existente, para su elaboración de este plan se tiene que tener el registro de todos los datos de los elementos constantes y variables que surgen en él, de este modo se obtienen resultados óptimos del método que desea implementar. Para ello existen técnicas o instrumentos, siendo en este caso los diagramas, tablas donde se registran las actividades de acuerdo a su orden. (Champi Guzman, 2015)

#### **2.2.2 Abastecimiento de combustible**

##### **2.2.2.1 Rapidez en abastecimiento de combustible**

El objetivo principal de esta actividad es mantener los equipos de conformación y compactación con un nivel suficiente de combustible, para evitar incidentes debidos a esta causa y también para garantizar el estado mecánico.

La maniobra empieza una vez que los equipos abandonan sus labores y entra en una de las estaciones abastecedoras (camión de combustible), se detiene por completo y comienza a colmar, este termina cuando el tanque de combustible de los equipos está lleno, lo que se realiza de manera visual mediante el grifo (marcadores digitales), esto indica el volumen de carga y da la salida a los equipos, que se asigna de nuevo a los frentes de trabajo.

Las actividades se describen a continuación

- Tiempo que pasa desde el arribo del equipo de compactación y conformación al grifo y el inicio de la instalación de mangueras alimentadoras.
- Instalación de mangueras.
- Carga de combustible.
- Tiempo en que se carga combustible.
- Desinstalación de mangueras.
- Salida.

### **2.2.3 Equipos de Conformación y compactación**

Son máquinas autopropulsadas, de gran peso, equipadas con uno o varios rodillos o ruedas cuya función es planificar y dar la densidad necesaria al material sobre el que se mueve. Todos los compactadores deben ser autopropulsados, tener inversores con una dirección de acción suave y estar equipados con dispositivos para mantenerlos húmedos si es necesario.

En general, el problema de la compactación está vinculado con el del material a compactar y esta es la razón de la existencia de equipos múltiples y diferentes en el mercado que difieren más que en la energía de compactación que suministran, en la forma en que dicha energía se transmite al suelo.

#### **2.2.4 Presa de relave**

Los relaves son el conglomerado de residuos tóxicos provenientes de procesos de concentración de minerales, generalmente formados por una composición de rocas molidas, agua y minerales de ganga, y además se encuentran réplicas de metales pesados, como el cobre. Plomo, mercurio y metaloides como el arsénico. (García Criollo, 1998)

Los contaminantes se depositan al fondo de la presa donde se logra recuperar la mayor parte del agua. El material está preparado como un almacén estratificado de materia prima como sólidos finos. La gestión de relaves es una maniobra clave en la recobro de agua con lo cual se evitarán las fugas a las redes terrestres y subterráneas, ya que el almacenamiento es la única opción (Escalante Pérez, 2009).

El manejo de los relaves normalmente tiene un costo elevado es por ellos que las compañías mineras manejan este material lo tiene que ubicar cerca de la planta de procesamiento de minerales, reduciendo los costos de transporte y reutilizando el agua contenida. (Cardona Recinos, 2009).

### **2.3 Definición de términos básicos**

#### **2.3.1 Determinación de tiempo**

En el estudio de tiempo, la determinación del tiempo actual que toma una actividad es crucial, se utiliza para investigar los porcentajes que toma cada actividad con respecto a la sumatoria de todas las actividades que componen un trabajo (Mundel, 1984).

Los resultados obtenidos servirán para establecer las tolerancias o márgenes que se puede aplicar al trabajo, con esto se podrá evaluar el uso de las maquinarias y determinar estándares durante la producción (Apaza Risco, 2017).

#### **2.3.2 Identificación de tiempo improductivo**

Los instrumentos necesarios para realizar un adecuado estudio de tiempos, no tienen precio elevado, elaborado en comparación al equipo necesario para el estudio de micro movimientos y movimientos. Otro

punto importante es que las destrezas y la personalidad tienen un peso importante y es imprescindible para el éxito del estudio. (Mundel, 1984)

### **2.3.3 Plan de reducción**

El plan de reducción de tiempo se da cuando se desea mejorar un método de tiempos existente, para su elaboración de este plan se tiene que tener el registro de todos los datos de los elementos constantes y variables que surgen en él, de este modo se obtienen resultados óptimos del método que desea implementar. (Champi Guzman, 2015).

### **2.3.4 Rapidez en abastecimiento de combustible**

El objetivo principal de esta actividad es mantener los camiones de compactación con un nivel suficiente de combustible, para evitar incidentes debidos a esta causa y también para garantizar el estado mecánico. (Castillo Rivas, 2004).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Método de investigación**

Según la investigación desarrollada, esta obedece a un Método de análisis, descriptivo y estadístico, ya que utilizó la observación y la medición con lo que se pudo obtener información necesaria para realizar la investigación, además se realizó un plan de mejora para solucionar el problema anteriormente planteado, este es un estudio cuasi experimental, transaccional al momento de la medición de tiempos de operación.

#### **3.2 Alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación es local ya que la optimización de tiempos en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de relaves se dará en la presa, de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., sin embargo, los resultados y conclusiones que brindará este estudio servirá como precedente para futuras investigaciones.

### **3.3 Tipo y nivel de investigación**

#### **3.3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación, según la naturaleza de los datos y la información, cuantitativa, debido a la necesidad de recolección de datos y análisis, todo ello basado en estudios e investigaciones de trabajos anteriores sobre el aumento de la productividad por medio de la reducción del tiempo, en el abastecimiento de combustible. Y en función de su propósito en esta investigación se utilizó conocimientos y técnicas existentes para resolver el problema identificado.

#### **3.3.2 Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es explicativa, (descriptiva). Es decir, se estudió las variables identificadas con el fin de describir cómo se produce un acontecimiento específico. En este caso, la optimización de tiempo, en el abastecimiento de combustible con el único fin aumentar la productividad de los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

### **3.4 Técnicas e instrumentos**

#### **3.4.1 Técnica**

Para lograr los objetivos planteados se tuvo que seguir las siguientes técnicas.

- Se recolectó datos, por medio de un formato diseñado para este fin, los cuales se tomará directamente en campo, donde se registrarán los tiempos durante el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
- Se Recopiló datos directamente por medio de una encuesta a los operadores de maquinaria pesada, los cuales nos ayudarán a determinar los tiempos improductivos.

- Se Analizó los datos obtenidos, mediante diagrama de Pareto, diagramas de barras, etc.
- Se Recolectó de bibliografía para la elaboración del plan para proponer un plan de reducción de tiempo en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
- Se procesó, comparó y analizó los datos recopilados.

### **3.4.2 Instrumentos**

- Hoja de registro de tiempos: se utilizará para registrar los tiempos durante el proceso de abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., 2018.
- Encuesta: se aplicó a los operadores y servirá para conocer las causas de demora y con ello podremos determinar cuales tienen prioridad a mejorar.
- Microsoft Excel: se utilizará para el procesamiento de datos y determinación de tiempos actuales e improproductivos.

## **3.5 Población y muestra**

### **3.5.1 Población**

La población estuvo conformada por 30 operadores de equipos, todos ellos de ambos turnos A y B que actualmente trabajan en la conformación y compactación de relaves, en la presa de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

### **3.5.2 Muestra**

La muestra seleccionada estuvo conformada por 7 operadores de equipos los cuales fueron escogidos de una manera intencional no probabilística, tomando en cuenta su experiencia (más años de

experiencia) en el trabajo de conformación y compactación de relaves, en la presa de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.- 2018.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Determinación del tiempo actual**

##### **4.1.1 Situación actual**

Para la determinación de la situación actual en el proceso de compactación y conformación de relaves, es necesario conocer las actividades realizadas durante un turno de trabajo.

**Tabla 2: Descripción de los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.**

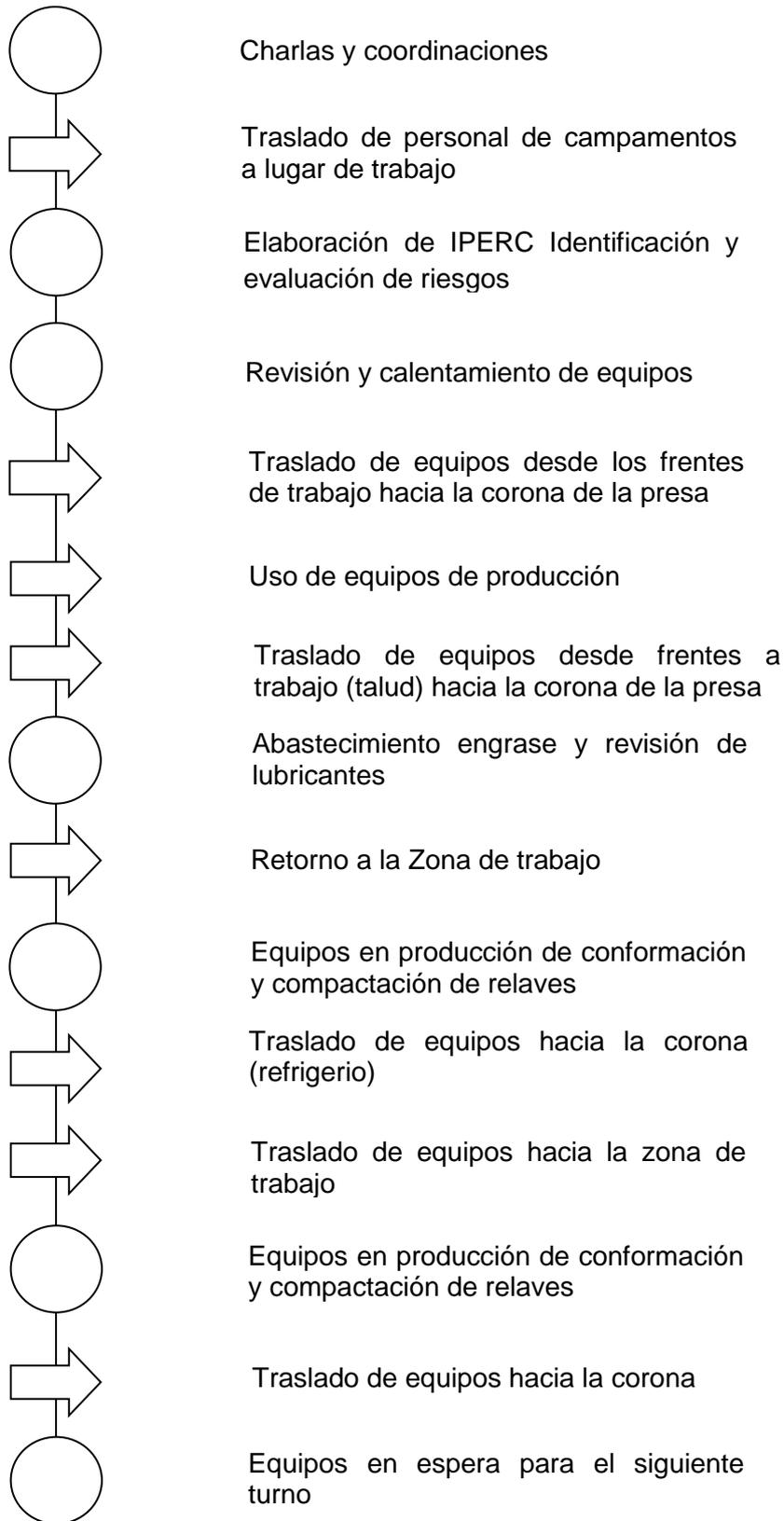
N°	Modelo	Turnos de trabajo	Color	Actividad	Código
1	D6D	A y B			31
2	D6D	A y B			32
3	D6D	A y B		Conformación y compactación	33
4	D6D	A y B			34
5	D6D	A y B			35
6	D8T	A y B			42
7	D8T	A y B		Conformación	43
8	D8T	A y B			44
9	D9R	A y B	Amarillo Oscuro		71
10	Rodillo BOMAG	A y B		Compactación	3
11	Rodillo BOMAG	A y B			4
12	Rola BOMAG	A y B			5
13	Rola BOMAG	A y B			6
14	Rola BOMAG	A y B		Compactación Remolcado	7
15	Rola BOMAG	A y B			8
16	Rola BOMAG	A y B			9

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 2 se observa la descripción de los 16 equipos que cuenta la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. estos trabajan en 2 turnos en el proceso de Conformación y compactación.

#### **4.1.2 Descripción del proceso**

La figura 1 muestra el diagrama del proceso de conformación y compactación, este se cumple en el turno diurno y nocturno con una duración de 12 horas, comenzando a las 7:30 am hasta las 7:00 pm en el turno diurno y el turno nocturno de 7:30 pm hasta las 7:30 am.



**Figura 1: Proceso actual de compactación y conformación de la presa de relave de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3 Determinación de tiempos en el proceso

**Tabla 3: Hora de inicio y de fin de cada actividad realizada en el proceso de compactación y conformación**

N°	Actividades	Hora de inicio	Hora de fin
1	Charlas y coordinaciones	07:30	07:45
2	Traslado de personal de campamentos a lugar de trabajo	07:45	08:00
3	Elaboración de IPERC Identificación y evaluación de riesgos	08:00	08:15
4	Revisión y calentamiento de equipos	08:15	08:30
5	Traslado de equipos hacia el talud de la presa (frentes de trabajo)	08:30	08:38
6	Uso de equipos de producción	08:38	10:15
7	Traslado de equipos desde frentes a trabajo (talud) hacia la corona de la presa	10:15	10:23
8	Abastecimiento engrase y revisión de lubricantes	10:23	10:30
9	Retorno a la Zona de trabajo	10:30	10:37
10	Equipos en producción de conformación y compactación de relaves	10:37	12:00
11	Traslado de equipos hacia la corona (refrigerio)	12:00	13:00
12	Traslado de equipos hacia la zona de trabajo	13:00	13:07
13	Equipos en producción de conformación y compactación de relaves	13:07	19:10
14	Traslado de equipos hacia la corona	19:10	19:17
15	Equipos en espera para el siguiente turno	19:17	19:30

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4 Descripción del abastecimiento de combustible

El combustible se carga en un turno, aunque este ya se haya reabastecido en el anterior turno. Se deberá tener en cuenta el periodo de recarga ya que influenciará en el programa de mejora que se desea implementar.

**Tabla 4: Descripción de hora y maquinaria**

N°	Fecha	Turno	Equipo / código	Detalle de actividad	Producto de demora	Capacidad de tanque	Galones llenados	Tiempo promedio de abastecimiento en minutos	Tiempo de espera para el turno en minutos
1	11/11/2018	B	31			120 Gal	45	4	2
2	11/11/2018	B	32			120 Gal	40	4	2
3	11/11/2018	B	33	compactación		120 Gal	35	3	2
4	11/11/2018	B	34			120 Gal	35	4	2
5	11/11/2018	B	35			120 Gal	40	4	1
6	11/11/2018	B	42		abastecimiento	200 Gal	80	5	2
7	11/11/2018	B	43	conformación		200 Gal	75	4	2
8	11/11/2018	B	44			200 Gal	60	4	2
9	11/11/2018	B	71			250 Gal	95	5	2
10	11/11/2018	B	3	compactación		50 Gal	25	4	2
11	11/11/2018	B	4			50 Gal	30	4	2

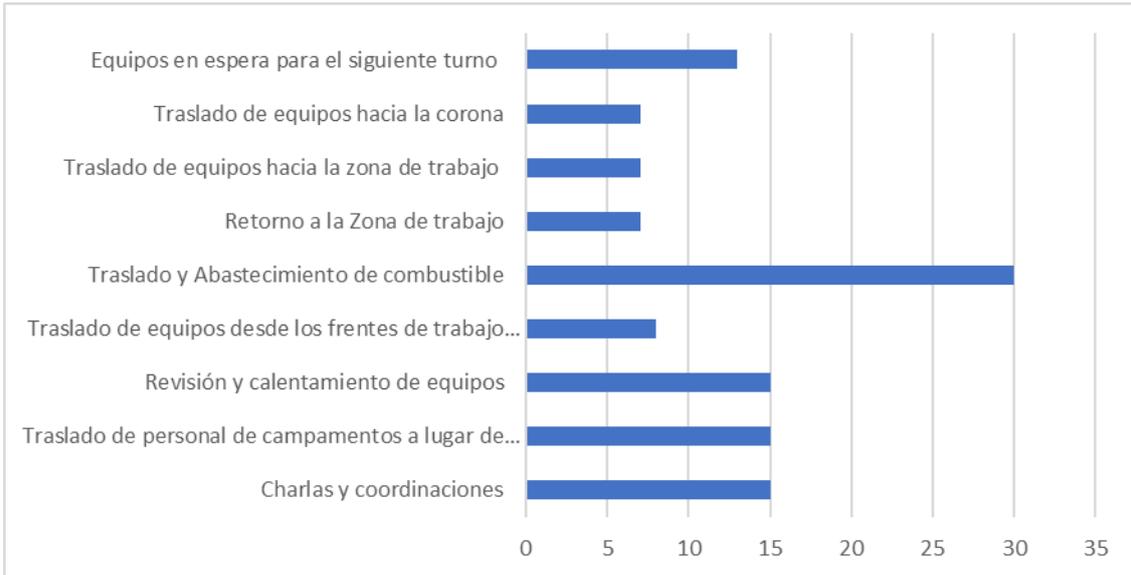
Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Determinación del tiempo improductivo

**Tabla 5: Tiempo aproximado en minutos que toma realizar las actividades de demora.**

<b>N°</b>	<b>Actividades de demora</b>	<b>Tiempo aproximado en minutos</b>	<b>%</b>
1	Charlas y coordinaciones	15	13%
2	Traslado de personal de campamentos a lugar de trabajo	15	13%
3	Revisión y calentamiento de equipos	15	13%
4	Traslado de equipos desde los frentes de trabajo hacia la corona de la presa	8	7%
5	Traslado y Abastecimiento de combustible	30	26%
6	Retorno a la Zona de trabajo	7	6%
7	Traslado de equipos hacia la zona de trabajo	7	6%
8	Traslado de equipos hacia la corona	7	6%
9	Equipos en espera para el siguiente turno	13	11%
<b>TOTAL</b>		<b>117</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 2: Diagrama de distribución de las actividades realizadas**

*Fuente: Elaboración propia.*

Una vez determinado que el proceso de abastecimiento, se observa un elevado tiempo innecesario, ya que los equipos de conformación compactación tienen que trasladarse hacia la zona de abastecimiento utilizando tiempo extra que podría ser utilizado eficazmente.

### 4.3 Discusión de resultados

Se determinó que el proceso de conformación y compactación de la presa de relaves cuenta con un total de 15 actividades entre operaciones, traslados y esperas de estas actividades al menos 9 consumen un tiempo improductivo de las cuales el abastecimiento de combustible ocupa el 26% comparado con otras actividades de tiempo improductivo, además se desarrolla en un tiempo de 30 minutos en promedio por equipo, esta actividad se desarrolla en ambos turnos, teniendo en cuenta solo 11 equipos suman un total de 5:30 horas lo cual ocasiona un gasto indirecto a la empresa por falta de productividad.

## **CAPITULO V**

### **PROPUESTA DE MEJORA**

#### **5.1 Propósito**

El objetivo de la propuesta es establecer un plan de reducción del tiempo improductivo en el abastecimiento de combustible en los equipos de conformación y compactación de la presa de relaves evitando costos innecesarios a la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

#### **5.2 Alcance**

El presente plan de reducción está orientado al área de compactación y conformación, exclusivamente a la actividad de abastecimiento de combustible, lo cual incluirá a los operadores encargados de los equipos de la presa de relaves.

#### **5.3 Responsables**

##### **5.3.1 Jefe de operaciones**

Establecer recursos para el cumplimiento de las actividades.

- Inspeccionar que este plan de reducción se cumpla.

- Ampliar el plan de reducción de tiempo improductivo hacia otras actividades. y tenerlo en cuenta para otras áreas de la Sociedad Minera Cerro Verde. S.A.A.

#### **5.3.2 Supervisor de operaciones.**

- Difundir entre todos los operadores de la presa de relaves el cumplimiento del plan de reducción.
- Asegurar que los operadores se encuentran bajo su supervisión y cumplan con el plan de reducción.
- Velar por el cumplimiento de las recomendaciones que e indican en el plan de reducción.

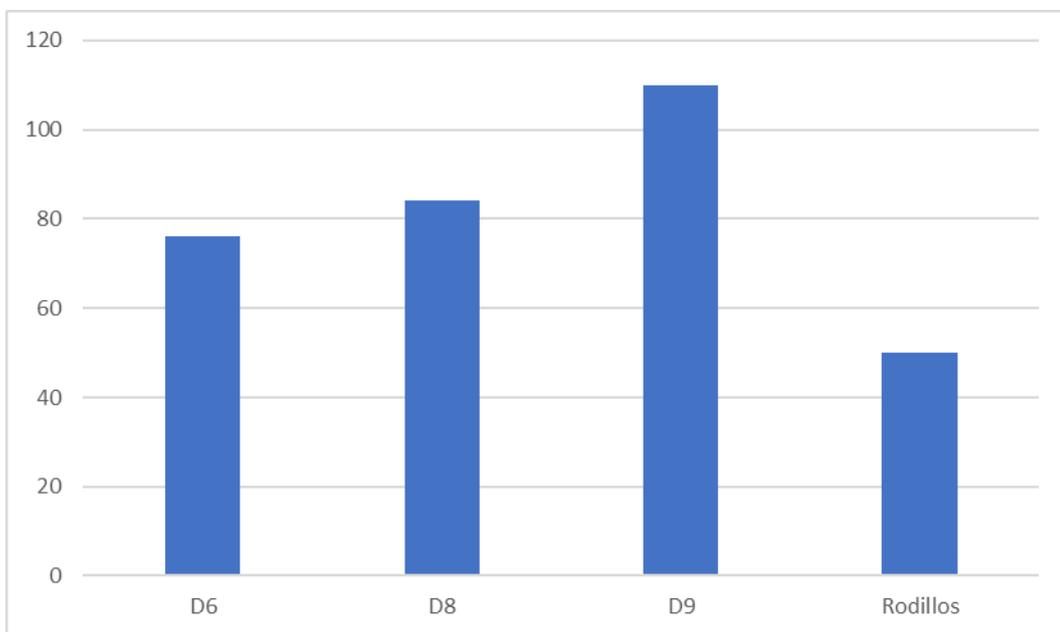
#### **5.4 Justificación**

En la actividad de abastecimiento de combustible en los turnos A y B se desaprovecha 30 minutos por equipo a diario en lubricación y abastecimiento de combustible, que en los 11 equipos suman 5.30 horas ocasionando un gasto a la empresa el cual se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 6: Costo por equipo**

<b>Equipo</b>	<b>Costo \$</b>
D6	76.00
D8	84.00
D9	110.00
Rodillos	50.00

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 3: Gastos de los equipos de conformación y compactación.**

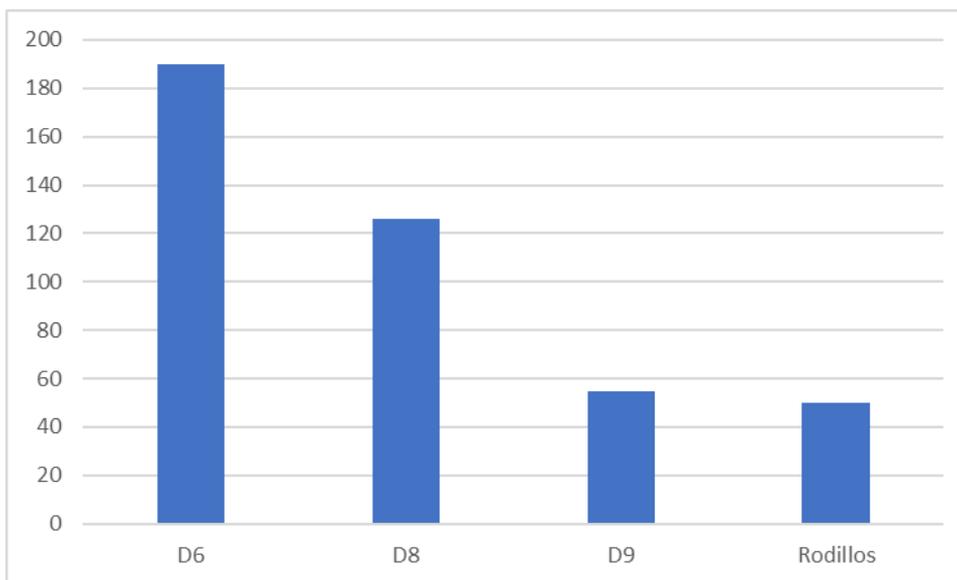
*Fuente: Elaboración propia.*

Si se considera 30 minutos por día en los traslados para el abastecimiento de combustible, el costo es de la siguiente manera:

**Tabla 1: Costo por equipo y tiempo muerto**

<b>EQUIPO</b>	<b>Cantidad/tipo de Equipos</b>	<b>Costos por Equipos en 30 minutos (\$)</b>	<b>Costo subtotal/tipo de equipos (\$)</b>
D6	5	38	190.00
D8	3	42	126.00
D9	1	55	55.00
Rodillos	2	25	50.00
Costos total/día			421.00
Costo total/mes			12,630

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 4: Gastos de los equipos de conformación y compactación al mes.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Según la tabla anterior se observa que el costo total en un mes es de \$ 12,630.00 siendo un gasto significativo para la empresa, el cual se puede evitar tomando medidas simples pero significativas.

## 5.5 Mejora del proceso

Mejorar el proceso simboliza optimizar la eficiencia y la eficacia, también corregir los controles, reforzar los mecanismos intrínsecos para reconocer a las contingencias y las demandas de los clientes.

Con los resultados derivados del análisis de las técnicas es viable detectar las importantes deficiencias en la realización de acciones para optimar, también nos da un enfoque más claro de cómo se debe distribuir las actividades.

Los diagramas de operaciones son importantes para eliminar demoras, cuellos de botella, distancias recorridas en más, etc., ya que obtenemos igualar fácilmente estos exteriores que hacen que el proceso sea deficiente.

Es importante que una vez que se implementen las mejoras en la diligencia de abastecimiento de combustible, se lleve a cabo una supervisión constante para verificar que realmente se están llevando a cabo.

Si sujetamos dentro de nuestra cultura organizacional, la coexistencia inspeccionada de mejora continua e innovación.

## 5.6 Desarrollo del plan

De manera que la optimización se daría de la siguiente manera:  
Realizar un cambio de horario en el abastecimiento de combustible, teniendo como nuevo horario lo siguiente.

### ***Tabla 2: Nuevos horarios de abastecimiento***

---

Primer abastecimiento:

---

12:00- 13:00 pm	Aprovechando las horas que toman refrigerio el personal de operadores y cuando los equipos quedan estacionados.
-----------------	---

---

Segundo abastecimiento

---

01:00 a 2:00 am	Aprovechando el tiempo cuando los operadores toman su refrigerio.
-----------------	---

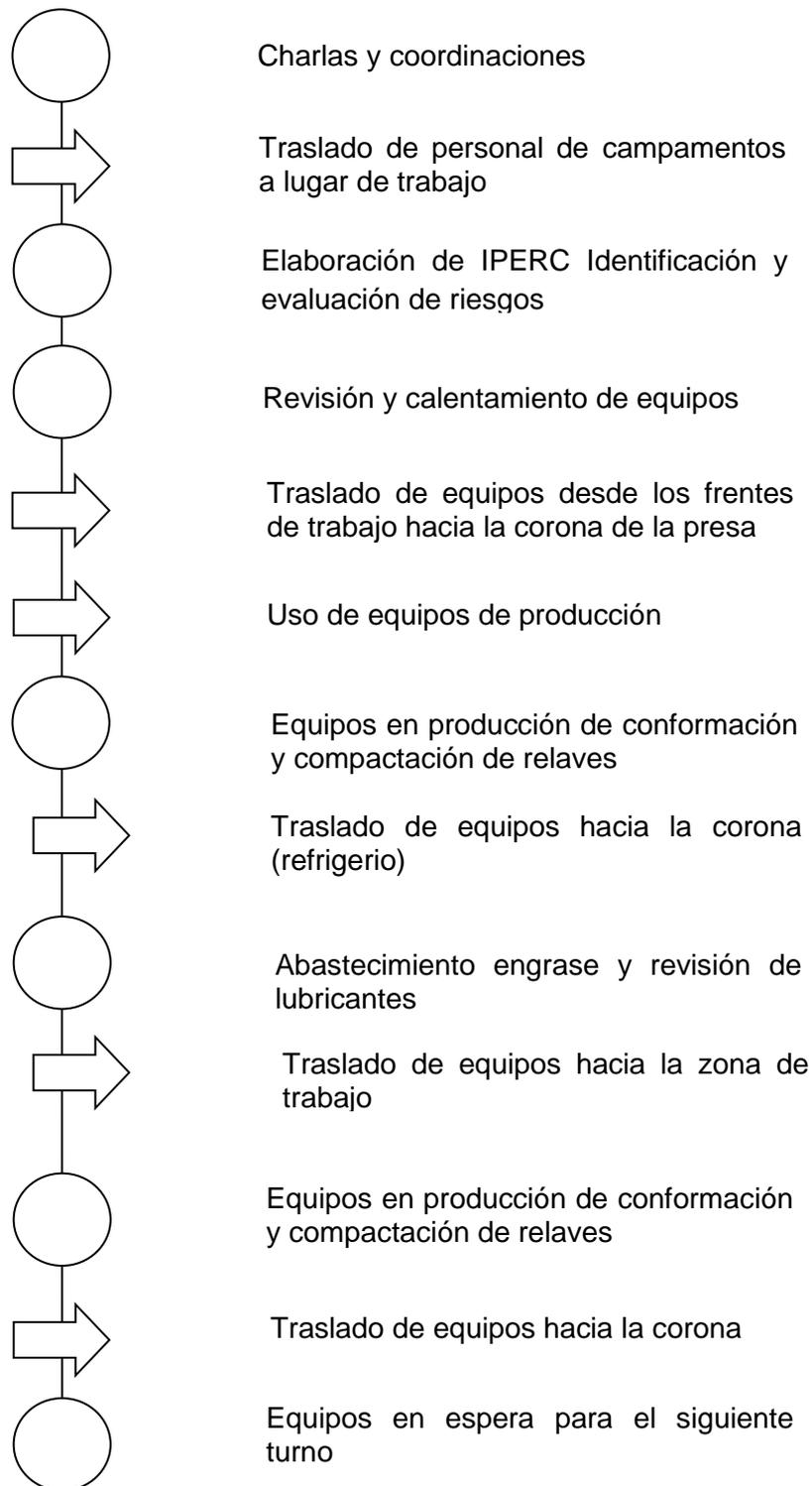
---

*Fuente: Elaboración propia.*

Con esto se evitará los 30 minutos que toma cada equipo al momento de abastecerse de combustible.

Con este cambio quedaría resuelto el tiempo insulso que se da en los traslados de equipos en horarios de producción, y sin alterar los costos, de los equipos y personal asignado para el abastecimiento de combustible en la sociedad minera cerro verde.

Como resultado el proceso de las actividades varía de la siguiente manera, cabe resaltar que el cambio de una actividad como es el abastecimiento de combustible a un horario adecuado aumentará la efectividad en las operaciones de la presa de relaves de la minera:



**Figura 5: Proceso propuesto de compactación y conformación de la presa de relave de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A**

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 3: Nuevos horarios de abastecimiento**

<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Hora inicio</b>	<b>Hora fin</b>	<b>Tiempo total</b>
1	Charlas y coordinaciones	07:30	07:45	00:15
2	Traslado de personal de campamentos a lugar de trabajo	07:45	08:00	00:15
3	Elaboración de IPERC Identificación y evaluación de riesgos	08:00	08:15	00:15
4	Revisión y calentamiento de equipos	08:15	08:30	00:15
5	Traslado de equipos hacia el talud de la presa (frentes de trabajo)	08:30	08:38	00:08
6	Uso de equipos de producción	08:38	10:15	01:37
7	Equipos en producción de conformación y compactación de relaves	10:15	12:00	01:45
8	Traslado de equipos hacia la corona (refrigerio) y abastecimiento de combustible	12:00	13:07	01:07
9	Traslado de equipos hacia la zona de trabajo	13:07	13:14	00:07
10	Equipos en producción de conformación y compactación de relaves	13:14	19:10	05:56
11	Traslado de equipos hacia la corona	19:10	19:17	00:07
12	Equipos en espera para el siguiente turno	19:17	19:30	00:13
<b>TOTAL DE HORAS</b>				<b>12:00</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se observa un simple cambio en el horario de abastecimiento traerá muy buenos resultados a la empresa, además este cambio no genera ningún costo extra, la jornada de trabajo sigue siendo de 12 horas sin embargo el traslado de los equipos se aprovechan, el tiempo de traslado para el refrigerio, aprovechando 30 minutos más en cada jornada por equipo por día.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA** : El estudio de tiempos, tiene que ser admitido por el supervisor, este estudio nos brindará datos con los que logran determinar la eficiencia y podrán demostrar el rendimiento de cada operario mediante la toma de tiempos. Se podrán tomar dediciones adecuadas con los resultados obtenidos en el estudio de tiempos y movimientos en pro de la efectividad.
- SEGUNDA** : Es necesario realizar un estudio de tiempo periódicamente para poder observar los factores que influyen en una deficiente operación y la causa de todos los tiempos muertos que existen en las diversas actividades de conformación y compactación de relaves.
- TERCERA** : La parada súbita de equipos en pleno proceso ocasiona a la empresa gastos adicionales e insulsos, por ello es necesario realizar un mantenimiento preventivo a los equipos de conformación y compactación esto evitara que las máquinas presente tiempo muerto en sus operaciones.
- CUARTA** La propuesta planteada traerá a la empresa un considerable ahorro el tiempo, horas hombre y económicamente ya que evitará gastos indebidos, cabe resaltar que la propuesta planteada no presenta gastos considerables para ser implementada.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA** : Es necesario Implementar un plan para disminuir los tiempos improductivos, para ello se recomienda realizar periódicamente estudio de tiempos, entrevista a los operadores ya que ellos son la primera fuente de información que será necesaria para realizar mejoras en la empresa.

**SEGUNDA** : Se recomienda tomar medidas correctivas para disminuir los tiempos improductivos que fueron detectados en las operaciones de la presa de relaves de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza Risco, E. (2017). *Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.* . Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Cardona Recinos, H. (2009). *Control de calidad y su aplicación en la industria.* Guatemala: Guatemala Usac .
- Castillo Rivas, O. A. (2004). *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa.* . Guatemala: Guatemala Usac.
- Champi Guzman, M. (2015). *Reduccion de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema VR - 300 GPM. en los volquetes de mina - Unidad Operativa Cuajone.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Charbonneau, H. C. (2005). *Control de calidad.* . Mexico: Edición México .
- Escalante Pérez, A. (2009). *Optimización del proceso productivo a través de un estudio de tiempos y movimientos de una fábrica de tejidos.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- García Criollo, R. ( 1998). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos.* . McGraw Hill.
- Kamawaty, G. (2000). *Introducción al estudio del trabajo.* Limusa.
- Krick, E. (1991). *Ingeniería de métodos.* . Limusa México .

Mundel, M. E. (1984). *Estudio de tiempos y movimientos*. . México: Edición Continental.

Peralta Dardon, J. J. (2005). *Industria de la confección inducción, integración y entrenamiento de nuevos operarios*. . Guatemala: Guatemala Usac. .

Ramírez, C. (1998). *Ergonomía y productividad*. Editorial Limusa.

SerpellBley, A. (1993). *Administración de Operaciones de Construcción*. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile.