



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Mejora continua en el proceso operativo de carguío y acarreo de material para aumentar la productividad, minera Hudbay - Cusco 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

#### AUTOR:

Br. Carlos Alberto Alva Rodríguez (ORCID: 0000-0001-7191-8677)

#### ASESOR:

Mgtr. James Celada Padilla (ORCID: 0000-0002-5901-2669)

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial Productiva

CHICLAYO – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis de investigación a Dios, a mi esposa y a mis hijos.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome, protegiéndome y dándome la fortaleza para seguir adelante.

A mi esposa, quien desde que estuvimos juntos ha velado por el bienestar de nuestra familia siendo mi apoyo incondicional y el pilar en todo momento.

A mis hijos quienes son el motor y motivo que me impulsa a seguir adelante cada día. Los amo con mi vida.

**Carlos Alva Rodríguez**

## **Agradecimiento**

En primer lugar agradecer a Dios por darme la vida y la salud, a la vez por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora.

En segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia, especialmente a mis Padres y a mis Hermanos por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

Por último agradecer a todos mis profesores y compañeros de la universidad.

**Carlos Alva Rodríguez**



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 15:00 horas, del día *04 de abril* del 2019 de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° *0600*, del *29 de marzo* del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

**MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO OPERATIVO DE CARGUIO Y ACARREO DE MATERIAL PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, MINERA HUBBAY – CUSCO 2017**

presentada por EL BACHILLER: CARLOS ALBERTO ALVA RODRIGUEZ

con la finalidad de obtener el Título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra  
SECRETARIO : Dr. José Eduardo Vera Ruiz  
VOCAL : Dr. Héctor Iván Bazán Tantaleán

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado, se resuelve:

Aprobar por mayoría

Siendo las 16:00 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, *04 de abril* del 2019

Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra  
Presidente

Dr. José Eduardo Vera Ruiz  
Secretario

Dr. Héctor Iván Bazán Tantaleán  
Vocal

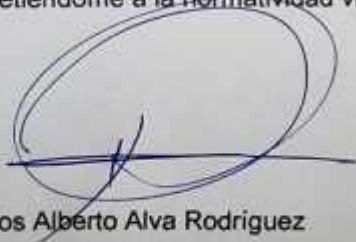
## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARACIÓN JURADA Yo, Carlos Alberto Alva Rodríguez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela académico profesional de ingeniería industrial de la Universidad César Vallejo, identificada con DNI 26714783, con la tesis titulada "Propuesta de Mejora Continua en el Proceso Operativo de Carguío y Acarreo de material para Aumentar la Productividad, Minera Hudbay – Cusco 2017". Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude, plagio, auto plagio, piratería o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.



Carlos Alberto Alva Rodríguez

Chiclayo 27 de junio del 2017

# Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Realidad Problemática .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Trabajos Previos .....</b>	<b>8</b>
1.2.1 Investigaciones de Tesis .....	8
1.2.2 Artículos Científicos.....	13
<b>1.3 Teorías Relacionadas al Tema.....</b>	<b>14</b>
1.3.1 Productividad .....	14
1.3.2 Mejora Continua:.....	18
1.3.3 Siete desperdicios o Muda .....	19
1.3.4 Herramientas de Mejora de Calidad.....	19
1.3.5 Kaizen .....	23
1.3.6 Carguío y Acarreo.....	27
<b>1.4 Formulación del Problema .....</b>	<b>31</b>
<b>1.5 Justificación del Estudio .....</b>	<b>31</b>
<b>1.6 Hipótesis .....</b>	<b>32</b>
<b>1.7 Objetivos.....</b>	<b>33</b>

1.7.1 Objetivo General: .....	33
1.7.2 Objetivos Específicos: .....	33
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Diseño de Investigación .....</b>	<b>33</b>
2.1.1. Tipo de Estudio .....	33
2.1.2. Diseño de Investigación .....	33
<b>2.2 Variables, Operacionalización.....</b>	<b>33</b>
2.2.1 Variable Independiente.....	33
2.2.2 Variable Dependiente .....	33
2.2.3 Operacionalización de Variables .....	35
<b>2.3 Población y Muestra.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad</b> .....	<b>36</b>
2.4.1 Técnica de Recolección de Datos.....	36
2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos .....	36
2.4.3 Validez y Confiabilidad .....	37
<b>2.5 Métodos de Análisis de Datos .....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 Aspectos Éticos.....</b>	<b>38</b>
<b>III.RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Resultado de la entrevista a supervisor de operaciones Ing. Max Tuñoque Silva</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Resultado de la toma de tiempo y cálculo de la productividad actual.....</b>	<b>42</b>
<b>IV DISCUSION .....</b>	<b>49</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>VII PROPUESTA .....</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>63</b>

Anexos.....	68
<b>Acta De Aprobación De Originalidad .....</b>	<b>91</b>
<b>Autorización De Publicación De Tesis En Repositorio Institucional UCV.....</b>	<b>92</b>
<b>Autorización De La Versión Final Del Trabajo De Investigación.....</b>	<b>93</b>



## Índice de tablas:

<b>Tabla 1:</b> Identificación de la principal causa factible de solución: .....	40
<b>Tabla 2:</b> Ordenar de mayor a menor las causas principales .....	40
<b>Tabla 3:</b> Control de tiempo en segundos de la operación carguío con un camión .....	43
<b>Tabla 4:</b> Calculo de producción en toneladas por hora .....	43
<b>Tabla 5:</b> Tiempo de viaje (ida) de camión cargado en minutos .....	45
<b>Tabla 6:</b> Tiempo de viaje (retorno) de camión vacío en minutos.....	46
<b>Tabla 7:</b> Cálculo de Tiempo de Ciclo.....	46
<b>Tabla 8:</b> Calculo de número de camiones requeridos según ficha técnica .....	47
<b>Tabla 9:</b> Registro de tiempo con la nueva asignación de camiones .....	57
<b>Tabla 10:</b> Costo de la operación .....	56
<b>Tabla 11:</b> Tiempo recorrido zona de Carguío a la Chancadora.....	59
<b>Tabla 12:</b> Tiempo recorrido de la Chancadora a zona de Carguío .....	60

## Índice de figuras:

<b>Figura 1:</b> Actividades Unitarias de Minado en Minería a Tajo Abierto. (Quiquia, 2015) ..	7
<b>Figura 2:</b> Diagrama de Incidencia - Costo de Operaciones Mina. (Quiquia, 2015).....	7
<b>Figura 3:</b> Operatividad de pala hidráulica y camión CAT (Quiquia, 2015).....	8
<b>Figura 4:</b> Hoja de Recorrido de Datos. Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) .....	20
<b>Figura 5:</b> Histograma Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) .....	20
<b>Figura 6:</b> Diagrama de Pareto, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). .....	21
<b>Figura 7:</b> Diagrama de Causa Efecto o de Ishikawa Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). .....	22
<b>Figura 8:</b> Diagrama de Dispersión. Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). .....	22
<b>Figura 9:</b> Gráfico de Control .Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). .....	23
<b>Figura 10:</b> Ciclo de Deming o PHVA .....	24
<b>Figura 11:</b> Pala hidráulica HITACHI EX5500 (Tumbay, 2013).....	28
<b>Figura 12:</b> Camión CAT 777D (Tumbay, 2013).....	29
<b>Figura 13:</b> Camión CAT 785C Standard (Tumbay, 2013).....	29
<b>Figura 14:</b> Camión CAT 793C (Tumbay, 2013) .....	30
<b>Figura 15:</b> Cargador CAT 996F (Tumbay, 2013) .....	31
<b>Figura 16:</b> Análisis de causa y efecto de la productividad en la operaciones de Carguío y Acarreo. ....	41
<b>Figura 17:</b> Sistema de trabajo actual .....	42
<b>Figura 18:</b> Camiones formado cola para ser atendidos .....	42
<b>Figura 19:</b> Pala hidráulica trabajando con dos camiones simultáneamente .....	55
<b>Figura 20:</b> Tractor ingresando a la zona de carguío para limpiar la zona .....	56

## RESUMEN

La presente investigación denominada “MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO OPERATIVO DE CARGUIO Y ACARREO DE MATERIAL PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, MINERA HUSBAY - CUSCO 2017”, tiene como objeto de estudio proponer procedimientos en el proceso productivo de carguío y acarreo de minerales en la empresa, optimizando los tiempos, con la finalidad de aumentar la producción y como consecuencia directa de ello, el incremento de los ingresos económicos a la empresa.

La investigación se inicia, identificando la problemática de los procesos de carguío como es el caso de los tiempos de realización por parte del personal que opera la maquinaria, la falta de capacitación, desconocimiento de las metas que tiene la empresa en ésta área, disponibilidad de los operadores, factores climatológicos, sociales, entre otros.

En el presente estudio la población está constituida por 20 trabajadores de la empresa Minera Husbay, Cusco, la muestra se tomó en cuenta exclusivamente al área de Producción, se tomará en cuenta sus procesos de abastecimiento, proceso en relación a la gestión de almacenamiento y al personal del área implicada. Las herramientas que se aplicaron fueron encuestas y cuestionarios. El resultado fue la propuesta Mejora Continua en el Proceso Operativo de Carguío y Acarreo de material para Aumentar la Productividad, Minera Husbay. Lo cuales llegamos a la siguientes conclusiones; se propone establecer procedimientos estandarizados en cuanto a la generación de pedido, mejorar en la gestión de transporte, la realización de una buena planificación, un módulo de control para el sistema de carguío y programación de envíos logrando reducir los costos innecesarios, tiempos muertos de los camiones de acarreo, aumentando la productividad.

Finalmente se plantea las recomendaciones, los cuales incluyen el cumplimiento del plan de mantenimiento, la implementación de los sistemas DISPATCH, compra de combustible, y capacitación a los operadores de la maquinaria.

Palabra claves: Producción, costos, planificación, programación.

## ABSTRACT

This research called "CONTINUOUS IMPROVEMENT IN THE OPERATING PROCESS OF CARGUO AND CARRYING MATERIAL TO INCREASE PRODUCTIVITY, MINERA HUSBAY - CUSCO 2017", aims to propose procedures in the production process of loading and hauling minerals in the company, optimizing the times, with the purpose of increasing the production and as a direct consequence of it, the increase of the economic income to the company.

The investigation begins, identifying the problem of loading processes such as the times of completion by the personnel operating the machinery, lack of training, ignorance of the goals that the company has in this area, availability of the operators, climatological, social factors, among others.

In the present study, the population is made up of 20 workers from the company Minera Husbay, Cusco, the sample was taken into account exclusively to the Production area, its supply processes, process in relation to storage management and storage will be taken into account Personnel of the area involved. The tools that were applied were surveys and questionnaires. The result was the proposal for Continuous Improvement in the Operational Process of Loading and Hauling material to Increase Productivity, Minera Husbay. Which we reach the following conclusions; It is proposed to establish standardized procedures regarding the generation of order, improve transport management, the realization of good planning, a control module for the loading system and shipment scheduling managing to reduce unnecessary costs, downtimes of the Haul trucks, increasing productivity.

Finally, the recommendations are presented, which include compliance with the maintenance plan, the implementation of the DISPATCH systems, fuel purchase, and training for machinery operators.

Keywords: Production, costs, planning, programming

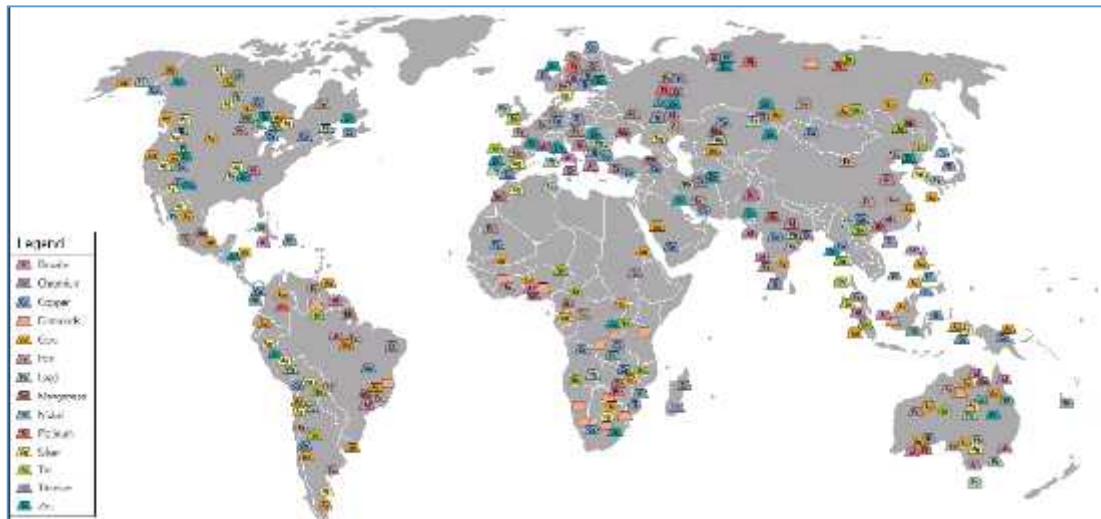
# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Realidad Problemática

### A nivel Internacional:

En diferentes empresas mineras, las operaciones de carguío y acarreo de material definen en gran medida la productividad, sin embargo no es un área que tenga un criterio de prioridad a la hora de la toma de decisiones. (Paul Mitchell, Global Mining & Metals, 2015).

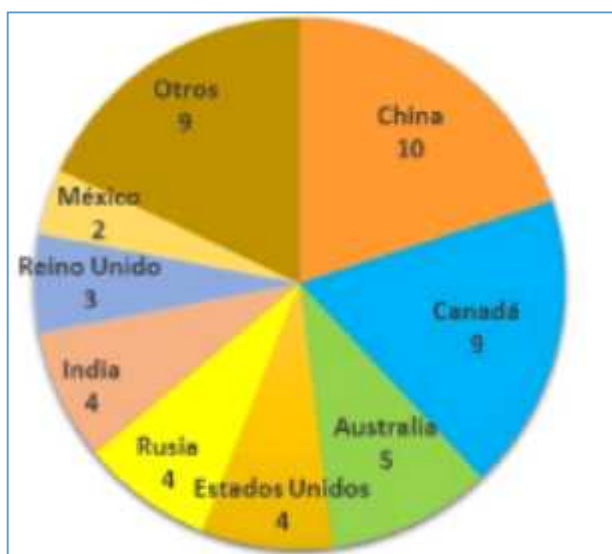
Figura 1. Principales empresas mineras en el Mundo.



Fuente: Global Mining & Metals, 2015

Las labores que se realizan en el área de carguío de material, son programadas y controladas por la Gerencia de Operaciones de las empresas mineras, en el cual el principal objetivo es la entrega oportuna del material que ingresará por primera vez a ser transformado, para la obtención del mineral. La cantidad de material de ingreso es la primera variable del proceso productivo, con lo cual se establece todas las operaciones que continúan; se ha evidenciado que en muchas empresas, al momento de la solicitud de mayor material para proceso, la capacidad de operación de carguío no cubre la demanda, provocando que se destine más recursos para suplir esta necesidad, sin embargo lo que está ocurriendo es el incremento de los costos operativos, debido a la planificación no asertiva en ésta área.

Figura 2. 50 Mineras más grandes del Mundo.



Fuente: Global Mining & Metals, 2015

En las empresas mineras más grandes del mundo, si cumplen a la perfección la planificación de las operaciones de suministro de material, debido a que la maquinaria que utilizan está con a plena disponibilidad, con altos márgenes de confiabilidad, con lo cual no sólo se asegura lo planificado, sino también los posibles incrementos de producción que se originan, sin embargo esa realidad no se da en empresas pequeñas. En Chile, las empresas dedicadas a la explotación del cobre, logran cubrir en su totalidad la planificación del suministro de material, pero las empresas formales pequeñas, presentan dificultad en ésta área.

En la actualidad, se encuentra muy difundido el concepto de productividad entre las empresas de todo el mundo, especialmente en empresas medianas y grandes y en países del llamado primer mundo, cuyas empresas compiten por cuál ofrece los productos más innovadores y por cuál es más rentable y obtiene mayores ganancias en cada período; pero no en todos los países y sectores productivos se le da la importancia que merece, ocasionando problemas en la producción y demás variables incidentes en el logro de la rentabilidad de las empresas.

Rodríguez (2015), describe que, un sector de empresas colombianas fabricantes de tableros laminados identificaron, que los empleados no están capacitados para ejecutar labores

específicas, en líneas de producción, y en consecuencia generan pérdidas económicas , inestabilidad productiva y laboral , por no cumplir con las metas de producción, y ventas proyectadas . Por lo tanto es de suma importancia crear programas de capacitación permanente o periódica y obtener como resultado la mejora continua deseada, para posicionar su producto en un mercado altamente competitivo.

Alberto (2012). En la actualidad los procesos de producción que demandan mayor coste son las actividades de carguío y acarreo de material, por presentar mayor número de equipos en operación, de los cuales, algunos tienen un deficiente rendimiento y en consecuencia la producción se torna lenta e improductiva.

En las operaciones de superficie se requiere de equipos del más alto rendimiento y capacidad de carga, por lo que la optimización de un sistema integrado de control de carga y transporte de materiales es de suma importancia para lograr los resultados esperados, para minimizar los altos costes operativos de Hora Maquina.

#### **A nivel Nacional:**

“El sector minero a partir de los años 2015 ha tenido una sostenible caída en sus operaciones, debido a muchos factores, que son ajenos a la organización de la empresa, sino por factores externos” (Perú Minero, 2017).

Las operaciones de suministro de material desde las áreas de extracción del mineral hacia los destinos de proceso del material, se realizan de acuerdo a lo reglamentado por el Ministerio de Energía y Minas, por intermedio de la Dirección General de Minería, fiscalizados por OSINERGMIN, así como también por el Ministerio del Ambiente. Los tiempos de cada proceso, está en función a la disponibilidad de la maquinaria existente, ello se logra solo en las empresas formales de la gran minería. En la pequeña minería los problemas se acentúan por el déficit en la inversión de maquinaria con tecnología de punta, así como también del número de éstas, para incrementar la disponibilidad de la empresa.

Vásquez (2016). Los nuevos sistemas de soporte para la toma de decisiones han incrementado el desarrollo de la productividad, reduciendo así los costos de operación. Sin

embargo, persiste las demoras por los tiempos muertos generados por camiones en espera para ser cargados, porque la cantidad de las palas no es suficiente, descoordinación en la programación y planeamiento de viajes por parte del personal de operaciones, paradas no programadas, y otros retrasos en la ruta de acarreo. Lo que como resultado genera un alto desperdicio por consumo de suministros, combustibles y además daños al medio ambiente por la emanación de gases.

En operaciones relacionadas con las minas, el costo de operación más alto son los camiones de alto tonelaje en la capacidad carga, combustible, desgaste llantas, piezas, y componentes, lo que representa aproximadamente el 45% del costo de minado, razón por la cual se plantea esta tesis basada en el Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en los principales yacimientos mineros del Perú". Con el objetivo de Minimizar al máximo las demoras a consecuencia de los tiempos muertos generado por la deficiente operación de los camiones garantizar una productividad rentable en base al costo del equipo. Quiquia (2015)

Según Moya (2015). la seguridad esta primero, porque el riesgo del personal de operaciones es inminente en este tipo de actividades por lo que advierte tomar en cuenta y aplicar los sistemas de gestión de seguridad específicos para estas operaciones.

Las empresas mineras no han adecuado un plan de operaciones a largo plazo, que contemple el ritmo de la extracción del mineral, así como tampoco la implementación de tecnología para los próximos 10 años, en los cuales el término de "eficiencia" logre disminuir los costos operativos en ésta parte del proceso productivo.

#### **A nivel Local:**

Minera Hudbay ubicada al Sur del Perú en la ciudad del Cusco inicio su producción comercial el 30 de abril del 2015 siendo el cobre el metal principal, el molibdeno y plata los metales secundarios; en el 2016 se registró la producción de 120 000 toneladas de cobre y 57 500 onzas de metales precios; minera Hudbay realiza sus operaciones a tajo abierto siendo las principales operaciones las de perforación, voladura, carguío y acarreo a la zona de chancado, stock pile o al botadero; pero es la operación de carguío y acarreo la más



importante en cuanto a consumo de recursos se refiere, es la operación que representa el mayor costo de toda la producción minera por el alto consumo de combustible, horas de máquina y de personal.

Figura 3. Producción Minera Hudbay.

Metal contenido en Concentrado <sup>1</sup>		Estimación de 2016	Producción de 2015	Estimación de 2015 <sup>2</sup>
<b>Manitoba</b>				
Cobre	(toneladas)	40,000 – 50,000	41,383	40,000 – 50,000
Zinc	(toneladas)	100,000 – 125,000	102,919	95,000 – 120,000
Metales preciosos <sup>3</sup>	(onzas)	91,000 – 111,000	92,753	81,000 – 101,000
<b>Peru</b>				
Cobre	(toneladas)	110,000 – 130,000	105,897	100,000 – 125,000
Metales preciosos <sup>3</sup>	(onzas)	50,000 – 65,000	47,263	46,000 – 59,000
<b>Total</b>				
Cobre	(toneladas)	150,000 – 180,000	147,280	140,000 – 175,000
Zinc	(toneladas)	100,000 – 125,000	102,919	95,000 – 120,000
Metales preciosos <sup>3</sup>	(onzas)	145,000 – 180,000	140,056	129,000 – 162,000

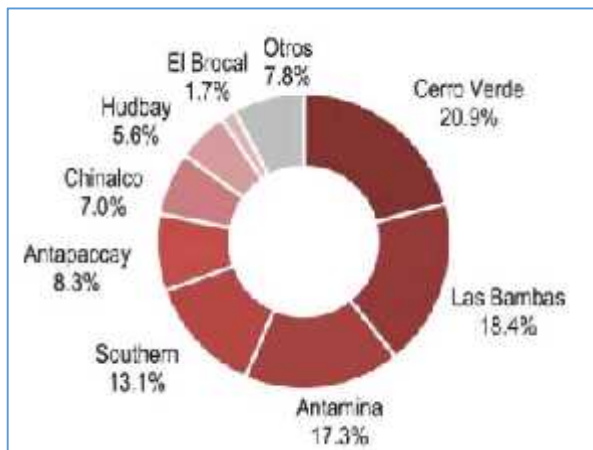
<sup>1</sup> El metal que se reporta en el concentrado es anterior a las cobricas o cobricas e.

Las estimaciones son refinadas a partir de las estimaciones de función. Los montos para el año 2015 incluyen volúmenes de producción pre-comercial para Constancia, cuando fuera aplicable.

Fuente: Hudbay, 2016

Para esta operación se utiliza gigantescas maquinas como excavadoras hidráulicas con capacidad de balde de hasta 50 t. o de camiones CAT con capacidad de hasta 250 t. llegando a costar entre 5 000 000 y 3 000 000 millones de dólares respectivamente lo que significa una fuerte inversión económica para esta operación. La operatividad de estas maquina consiste en alimentar o cargar con material mineralizado a los camiones quienes trasladaran el material ya sea a la planta a los botaderos o a los centros de acopio y lo que se pretende con esta investigación es proponer un método de trabajo eficiente y estandarizado de tal manera que tanto las excavadoras así como los camiones sean utilizados al 100 % evitando demoras o pérdidas de tiempo debido a los altos costos de operación.

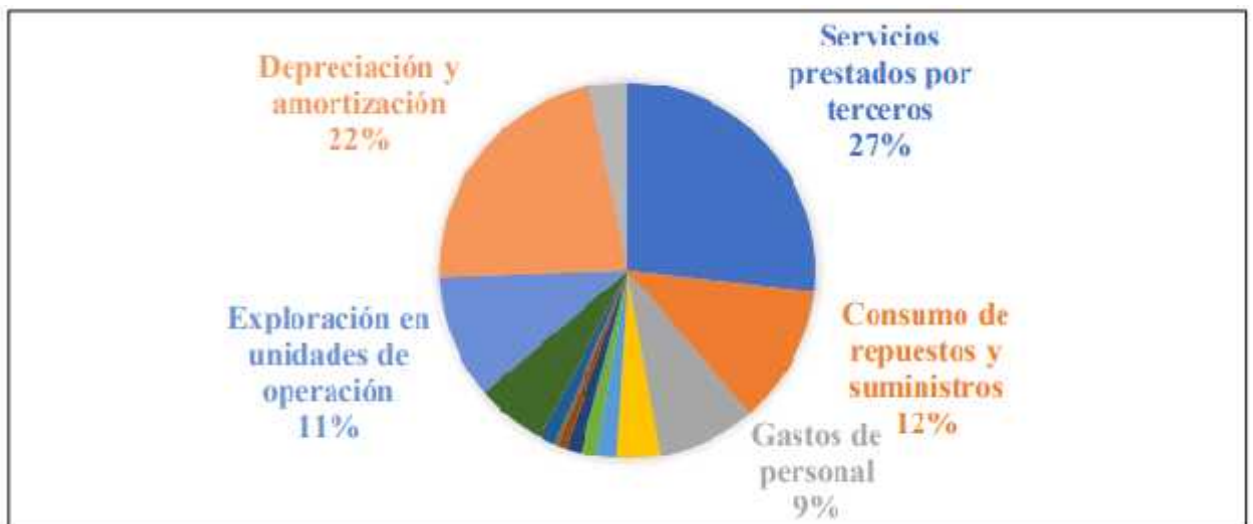
Figura 4. Producción de Cobre por empresas. Enero – Febrero 2019



Fuente: Hudbay, 2016

El actual método de trabajo contempla la operativas de una pala con un camión y el resto de camiones ubicados en cola a la espera que salga el camión cargado para que puedan ubicarse en posición de carga lo que genera pérdida de tiempo e improductividad principalmente para la pala porque tiene que esperar que salga el camión cargado y se cuadre el siguiente camión.

Figura 5. Costos de los procesos de extracción minera.



Fuente: Hudbay, 2016

Las siguientes imágenes nos ilustran la operatividad de la minería a tajo abierto, la incidencia de los costos de acarreo carguío así como la operatividad actual de la pala con el camión.

**Figura 3:** Actividades Unitarias de Minado en Minería de superficie. (Quiquia, 2015)



**Fuente:** Quiquia, Gerardo WM. 2015. *Mejoramiento Continuo del Ciclo de Acarreo con Camiones en Minería a Tajo Abierto (...)*, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú (PE) : Tesis, 2015. Tesis de Maestro .

**Figura 1:** Diagrama de Incidencia - Costo de Operaciones Mina. (Quiquia, 2015)



**Fuente:** Quiquia, Gerardo WM. 2015. *Mejoramiento Continuo del Ciclo de Acarreo con Camiones en Minería a Tajo Abierto (...)*, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú (PE) : Tesis, 2015. Tesis de Maestro .

**Figura 2:** Operatividad de pala hidráulica y camión CAT (Quiquia, 2015)



**Fuente:** Quiquia, Gerardo WM. 2015. *Mejoramiento Continuo del Ciclo de Acarreo con Camiones en Minería a Tajo Abierto (...)*, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú (PE) : Tesis, 2015. Tesis de Maestro .

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Investigaciones de Tesis**

#### **A Nivel Internacional**

Pérez (2014) en su tesis propone **la mejora del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen**". Para cada producto, El Sistema De Producción De Toyota (Toyota Production System), logra desarrollar una mejora aplicando los principios de la metodología de Keyzen y el TPS, obteniendo como resultado la disminución del sobre stock de materia prima y productos no vendidos, así como también , el óptimo rendimiento productivo, mediante la innovación de herramientas y talleres de Capacitación específica.

El presente trabajo de investigación, tiene por objetivo identificar la problemática que presentan las empresas en los procesos de su línea de

producción, para aplicar las técnicas Kaizen de acuerdo a sus necesidades, donde la administración general, mediante un análisis integral de producción, describa al detalle las actividades de mejora a desarrollar empleando los materiales y herramientas adecuados, para tener un óptimo resultado.

Por los resultados obtenidos, el autor llegó a la siguiente conclusión:

Incremento de la producción por volumen en un 11%, reducción de tiempos Muertos en un 54%, minimización del stock en proceso en un 70% Aproximadamente, reubicación del 17% del personal operativo directo en otras Actividades, y la reducción del tiempo en el ciclo del proceso de fabricación

De parrillas pesadas.

En consecuencia, al aplicar las herramientas kaizen y TPS la empresa línea blanca S.A. obtuvo como resultado la liberación de 2 máquinas de manufacturación. Las que podrían ser utilizadas para una mayor producción en caso la demanda lo requiera o alguna presente alguna falla mecánica.

Izquierdo y Nieto (2013). Realizó un estudio para implementar **un sistema de mejora continua Kaizen, aplicado a la línea automotriz en una industria metalmecánica del norte del Cauca** para el Título de Ingeniería Industrial, de la Universidad de San Buenaventura Cali. La investigación fue basada en una población de 420 empleados de la empresa colombiana INORCA y con muestra de 15 trabajadores encargados del proceso de troquelado y 5 trabajadores del proceso de pintura, aplicó las técnicas del focus grupo y se realizó la observación de tareas en las áreas de troquelado y pintura. Obteniendo como resultado la siguiente:

Se obtuvo como resultado un ahorro anual a favor de la empresa de 284,520,911 pesos colombianos, se logró un ahorro de los costes de suministros provenientes de terceros en un 2.5%, y se desarrolló el fortalecimiento del trabajo coordinado y eficiente, así como el conocimiento y métodos de aplicación de diversas herramientas para la mejora.

En el presente trabajo, el objetivo de investigación es para lograr la optimización de recursos y la producción deseada, la satisfacción del cliente y consumidor final. Son los resultados que se obtiene al aplicar las metodologías de Kaizen se obtiene los mejores resultados de productividad.

## **A Nivel Nacional**

Vilca y Yábar (2016). Realizan un estudio a la **Implementación de una Aplicación de Acarreo en Minería Superficial**, Para obtener el Título de Ingeniero de Minas, de Pontificia Universidad Católica del Perú. El objetivo es desarrollar un simulador como herramienta de apoyo para la estimación del tiempo del ciclo de acarreo, la que permite simular las rutas de un proyecto o una operación en marcha, permite obtener ciclos de transporte. Donde Los resultados son medibles y pueden ser comparados para elegir la mejor opción. También se presenta un módulo de control para el sistema de carguío con palas que determina el tiempo de carguío y que muestra el análisis de sacrificio de pase para ser aplicado en las situaciones donde se requiera recuperar el ritmo de producción y evitar las colas de espera en la zona de carguío. Llegando a la siguiente conclusión

En la operación se determinó un factor de corrección de 90%. La estimación del tiempo de ciclo con el simulador "FPM" haciendo uso del factor de corrección es de 0% y con el simulador "FPC" de 11%. Se determina como medida El periódico e intensivo entrenamiento a los operadores de los equipos y voladuras eficientes lo que permite un alto factor de llenado, menor tiempo de carga y la fluidez de ciclos de carguío y transporte de con un 20% de ahorro en costos de carguío.

Quiquia (2015). Realizo un estudio para el Mejoramiento Continuo en los principales yacimientos mineros del Perú con sistema de tajo abierto relacionado al sistema de Gestión para la optimización el Ciclo De Acarreo De Camiones, para obtener el Grado Académico con mención de Maestro en Ciencias de Gestión Minera, en la Universidad Nacional de Ingeniería. El objetivo principal de dicho estudio es la reducción de os tiempos muertos

en la operatividad de los camiones gigantes de carguío es reducir los tiempos muertos de los equipo de transporte del material para aumentar la productividad de las mismos, y obtener una mayor rentabilidad a la inversión sobre el costo de los equipos donde El autor llego a la siguiente conclusión: El método Six Sigma de mejoramiento continuo es una herramienta aplicada en la gestión de calidad, que conjuntamente con los indicadores estadísticos mejoran el nivel de desempeño de una proceso y se puede concluir que el tiempo promedio de carguío en las tres palas asignadas materia de la investigación ha reducido en 1.20 min que representa un 20 % más que el KPI objetivo, así mismo el tiempo promedio de espera del camión se redujo en 1.13 min. Y en las tres palas también hubo una reducción de 1.13 min. y representa un 13 % más que el KPI objetivo, El tiempo promedio de espera a pala (QUEUE) se ha reducido a 1.19 min., que representa un 19 % más que el KPI objetivo, y respecto al tiempo inicial 2.59 min se mejoró considerablemente , se debe verificar una oportunidad de mejora para que este valor baje a un KPI = 1.

Esta investigación es muy importante para mi estudio porque demuestra la confiabilidad de la propuesta y me da a conocer como validar información. El importante destacar que el método Six Sigma también conocido como DMAIC, aplica las 7 herramientas propuestas por Deming.

Flores y Mas (2015) dicha tesis esta relacionada a la aplicación de metodología **de la metodología PHVA cuyo objeto es mejorar la productividad la empresa KAR & MA S.A.C**", identificaron que el principal problema de la empresa es la deficiente gestión de producción, que como consecuencia genera incrementos en los costos directos, por lo tanto influye negativamente en las utilidades. Para lo cual se aplicó la metodología PHVA, en la producción y comercialización de cloruro de sodio

Aguilar (2015). Para Optar por el Titulo en Ingeniero Minas de la UPN, Investiga las **la Productividad en el Carguío y Acarreo de materiales que contienen altos porcentajes de Arcillas al utilizar un Diseño de Lastre adecuado en Minera Yanacocha, Perú - 2015**. Dicha investigación tiene

como objetivo principal incrementar la productividad de los equipos de carga y transporte de material en áreas que contienen altos porcentajes de arcilla al realizar un diseño de lastre adecuado a las condiciones estructurales de del material a trabajar.

El autor llegó a la siguiente conclusión:

Al observar los resultados, se determinó que la calidad del lastre influye directamente en la producción, y en consecuencia la rentabilidad del inversión en camiones y equipos de alta gama, en rendimiento y capacidad de carga al determinar un incremento productivo de 69% a 91%, además de la generación de ahorro en los costes operativos y una producción por cada equipo de carguío (pala) de un millón de dólares diarios.

Marquina y Castrejón proponen en su tesis (2015) la **mejora en los procesos de la planta de Inspecciones Técnicas Vehiculares ITEV S.A.C.**, analizaron e identificaron que las causas de los problemas de productividad era la estandarización de tiempo, salud ocupacional, sistemas sofisticados de cronograma de servicios, entre otros; aplicaron la ingeniería de métodos, como toma de tiempos, hombre-máquina y ergonomía; y método Westinghouse, así como puntuación final REBA, los cuales permitieron evaluar la forma y método de trabajo que se emplea en dicha la planta de Inspecciones Técnicas.

Tumbay (2013) investiga la **Productividad en el Ciclo de Carguío y Acarreo en el área de Chaquicocha bajo Severas condiciones climáticas – Minería Yanacocha**. Para obtener el Título en Ingeniero Minas, en la UNI. dicha investigación determina que el principal problema será intentar resolver en la presente tesis: “cómo mantener el factor de medición de eficacia y eficiencia, llamada Productividad, e épocas de presencia de severas condiciones climáticas con riesgos operacionales generados por las condiciones subestándar en los frentes de trabajo, cantidad insuficiente de equipos operativos para cumplir tareas y el factor



humano como personal clave en el cumplimiento de objetivos y excelencia en trabajos seguros.

El autor llegó a la siguiente conclusión:

Se demuestra que la correcta metodología de trabajo realizado por el equipo humano con el que se cuenta en la operación resultó ser eficiente y suficiente para poder alcanzar el *la meta* mensual y que las condiciones climáticas severas de todos los días durante el mes de diciembre no son un obstáculo que impide el desempeño del equipo de producción. Y ya que MYSRL cuenta con una suficiente cantidad de equipos auxiliares, contribuyen al correcto desempeño de las operaciones, que con eficiente administración tendrán una efectividad a casi un 100%.

### 1.2.2 Artículos Científicos

Ríos (2016). Santiago de Chile – Chile. Realizó una investigación a la Minería los Pelambres y propone en la revista Logística, un artículo **sobre la Mejora en la Utilización Efectiva a Base de disponibilidad de flota para Carguío y transporte** y menciona la línea de trabajo a la identificación de desafíos operacionales para incrementar su utilización Efectiva en Base a Disponibilidad, El trabajo se basó a las operaciones de transporte y palas de cables eléctricos de la operación de carguío enfocados al análisis de las demoras y pérdidas operacionales.

El autor llegó a la siguiente conclusión:

Identifico 13 desafíos (4 en chancado, 7 en transporte y 2 en carguío), para lo cual presenta 15 propuestas de mejora (5 en chancado, 8 en transporte y 2 en carguío). Además, se identifica 4 necesidades que presenta el área de despacho y 5 necesidades para el área de operaciones (Instructores para entrenamiento periódico Mina). Se toma como base el análisis técnico y económico realizado al proyecto del sistema de visión, se concluye que es viable que el tiempo perdido sería recuperado anualmente con 4.5 días de tiempo efectivo a la flota de carguío. Asimismo se reduciría el tiempo de pala

esperando camión de 2 min/ciclo a 1.2 min/ciclo, lo que implica una mejora en la producción es decir la UEBD de un 1%.

González y Michelena (2010).en la revista Virtual Pro –Procesos Industriales publica un diseño de modelo para desarrollar proyectos de mejora continua de la calidad, donde enfoca que la calidad se mejora, según las actuales tendencias en la gestión empresarial , y forma parte en la función de la calidad por lo que es necesario estructurar el punto de vista técnico organizacional para establecer el proceso de mejora continua con un procedimiento de trabajo en la ejecución de los proyectos de mejora continua

Aporte: para que El mejoramiento de la calidad sea utilizado por una organización como parte de la gestión que realiza la misma para elevar su nivel de desempeño, debe ser estructurado desde el punto de vista técnico y organizacional mediante un procedimiento que tenga en cuenta las etapas de trabajo y las técnicas a aplicar en cada caso concreto revelen las oportunidad de mejora, las causas de los problemas a resolver y la factibilidad de las soluciones implementadas.

### **1.3 Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1 Productividad**

Para Paz y González Gómez (2012), La productividad es la mejora del proceso productivo. Es una relación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos.

$$P = \frac{S \text{ li}}{E}$$

Para García Cantú (2011), la productividad resulta de los productos logrados entre los insumos utilizados, los factores de la producción

intervinientes. Expresado en la siguiente fórmula de la productividad.

$$P = \frac{P}{F} \frac{l}{d l p} \frac{l}{ón}$$

Sin embargo, Bain (2011) relaciona a la productividad con alguna producción y algunos insumos”, y dice, que para lograr los resultados específicos deseables es necesario identificar el problema específico y aplicar las herramientas, insumos y tipo de producción específica. Esto se resume en la siguiente fórmula:

$$P = \frac{P}{In} \frac{ón}{R} = \frac{R}{e} \frac{l}{e}$$

#### a) Como clasificar la productividad.

**La productividad se clasifica por alcance, y por el factor productivo.**

Para Cuatrecasas (2012) lo define como producción por unidad de tiempo y se obtiene con diversos niveles de un determinado factor productivo”.

La primera se subclasifica en tres tipos de clases de productividad: total, media y marginal.

#### ) **Productividad por su alcance**

**Productividad total:**

$$P_{ti} = \frac{S}{E} \frac{T}{T}$$

$$P_{ti} = \frac{B}{M + C} \frac{y/u s}{+ M + E} \frac{p}{ía}$$

**Productividad parcial:**

$$P_{du} = p = \frac{S}{U} \frac{T}{e}$$

**Productividad marginal:**

$$P_{.m} = \frac{V}{V} \frac{\frac{\partial n}{\partial f} p}{\frac{\partial n}{\partial p}}$$

) **Productividad por factor de producción**

**Productividad por mano de obra**

$$P_{H_1} = \frac{P}{N^{\circ} d_{op}} \frac{\partial n}{\partial p}$$

**Productividad por hora-hombre:**

$$P_{H-H} = \frac{P}{N^{\circ} d_{hor}} \frac{\frac{\partial n}{\partial t_1}}{\frac{\partial n}{\partial p}}$$

**Productividad por sol de mano de obra:**

$$P_{S/M} = \frac{P}{S \cdot \bar{u}} \frac{\partial n}{e \cdot M}$$

### Productividad por maquinaria

$$P_i \text{ Máq} = \frac{P \text{ ó n}}{N^\circ d \text{ máq} \text{ ñ}}$$

### Productividad por hora-máquina

$$P \text{ H-M} = \frac{P \text{ ó n}}{N^\circ d \text{ hor} \text{ d} \text{ t} \text{ d} \text{ máq}}$$

### Productividad por sol de maquinaria

$$P_i \text{ S/M} = \frac{P \text{ ó n}}{S \text{ ñ} \text{ e} \text{ M}}$$

### Productividad por materia prima

$$P_i \text{ M} = \frac{P \text{ ó n}}{C \text{ d} \text{ M} \text{ e}}$$

### Productividad por sol de materia prima:

$$P_i \text{ S/M} = \frac{P \text{ ó n}}{S \text{ ñ} \text{ e} \text{ M}}$$

## b) Índices de productividad.

El nivel de eficiencia en un proceso productivo tiene una relación directa y de los recursos e insumos programados y los utilizados siendo comparado con los índices de productividad, para determinar que la empresa es más productiva, utilizando la misma cantidad de recursos. (García Cantú, 2011).

La fórmula es la siguiente:

$$E = \frac{In \quad p r}{In \quad u}$$

La productividad de una empresa también está relacionada a las metas fijadas, en calidad, cantidad y plazo de tiempo determinado. Por lo tanto es donde la eficacia se relaciona con los insumos programados y la meta de producción programada. (García Cantú, 2011). Es entonces donde El índice de eficacia analiza y aplica el cumplimiento de metas en un plazo determinado y la cantidad de estas (Cubillos y Núñez, 2012). Además también para lograr dichos objetivos además indica la capacidad de elegir los objetivos adecuados y los recursos específicos.

La fórmula que expresa la eficacia de un proceso es la siguiente:

$$E = \frac{P \quad ó n \quad o}{M \quad d \quad p \quad ó n}$$

### 1.3.2 Mejora Continua:

Se define como mejora continua a la estrategia que sirve para mecanismos sistemáticos para mejorar los procesos e incrementar el nivel de calidad y productividad para lograr la satisfacción de los distintos clientes y el consumidor final, fundamentada en una cultura organizacional enfocada al cliente, liderada por una alta dirección que supervisa y dirige a los demás involucrados en el desarrollo de la mejora. Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2012)

### 1.3.3 Siete desperdicios o Muda

- Exceso de producción.
- Espera.
- Transporte.
- Proceso.
- Existencias.
- Movimiento.
- Baja calidad.

### 1.3.4 Herramientas para la Mejora de Calidad

Estas herramientas son conocidas como las 7 herramientas básicas para lograr la producción con calidad, por su habitual aplicación por los técnicos encargados del control de calidad, mismas que son enunciadas por K. Ishikawa a mediados del siglo pasado como conjunto de herramientas para mejora continua.

- **Estratificación;** Por estratificación es la estructuración por agrupación de datos en grupos homogéneos independientes entre sí, y se determinan a partir de factores o características que puedan intervenir en la naturaleza de dichos datos.
- **Hoja de Recorrido de Datos;** instrumento para la sistemática recolección de la información necesaria para analizar un problema, que será preparada en función de la finalidad y las características de los datos que vamos a obtener.

A continuación en la figura N°3 se detalla:

**Figura 3 :** Hoja para Recorrido de Datos. Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008)

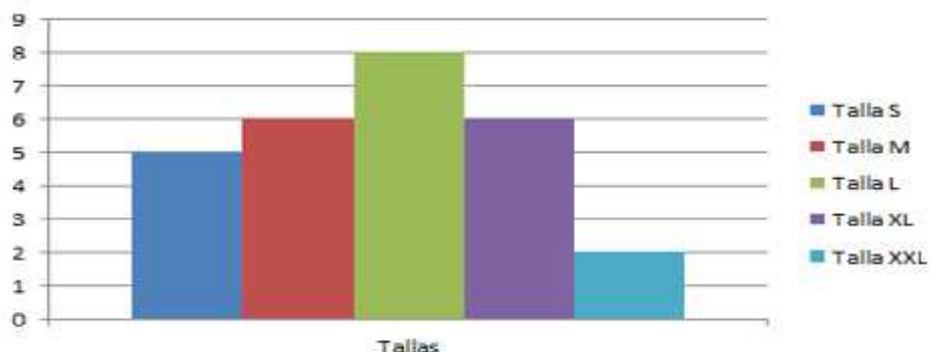
DEFECTO	DIA				TOTAL
	1	2	3	4	
Tamaño erróneo					26
Forma errónea					9
Depto. Equivocado					8
Peso erróneo					37
Mal Acabado					7
<b>TOTAL</b>	25	20	21	21	87

**Fuente:** Krajewski, LJ; Ritzman, L y Malhotra, M. 2008. *Administración de Operaciones - Procesos y cadenas de valor*. México D.F : Pearson Educación - Octava Edición, 2008. págs. 160-180. 978-970-26-1217-9.

### - Histogramas

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). Un histograma registra y resume los datos medidos sobre la continuidad de una escala donde muestra la distribución de frecuencia de alguna característica de la calidad basados en términos estadísticos. La tendencia central y la dispersión de los datos. Frecuentemente, el histograma indica la media de los datos mediante un gráfico de barras y representa una serie de barras que representan la frecuencia con la que se presentan las características de los datos que se miden por medio de los términos “sí” o “no”. La altura de la barra indica la cantidad de veces observada cada característica específica de la calidad.

**Figura 3:** Histograma Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008)



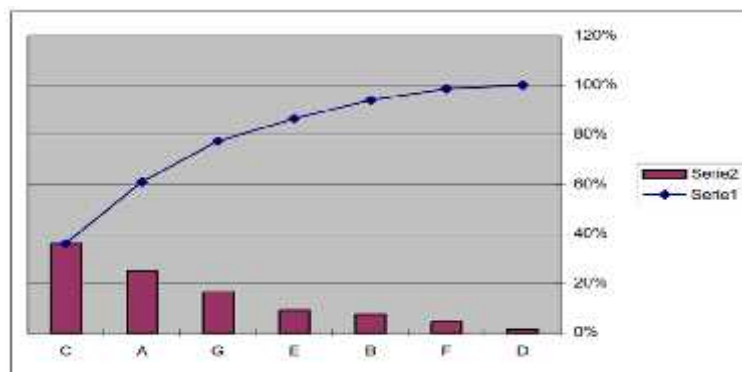


**Fuente: Krajewski, LJ; Ritzman, L y Malhotra, M. 2008. Administración de Operaciones - Procesos y cadenas de valor. México D.F : Pearson Educación - Octava Edición, 2008. págs. 160-180. 978-970-26-1217-9.**

- **Diagrama de Pareto**

Grafico que se apoya principio de Pareto, sostiene del grupo o elementos que contribuyen a u mismo efecto solo algunos son responsables de la mayor parte de dicho efecto. Por lo que se puede decir que solamente un aproximado del 20% de elementos son causantes del 80% del efecto por lo que se nombra como diagrama 80/20, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).

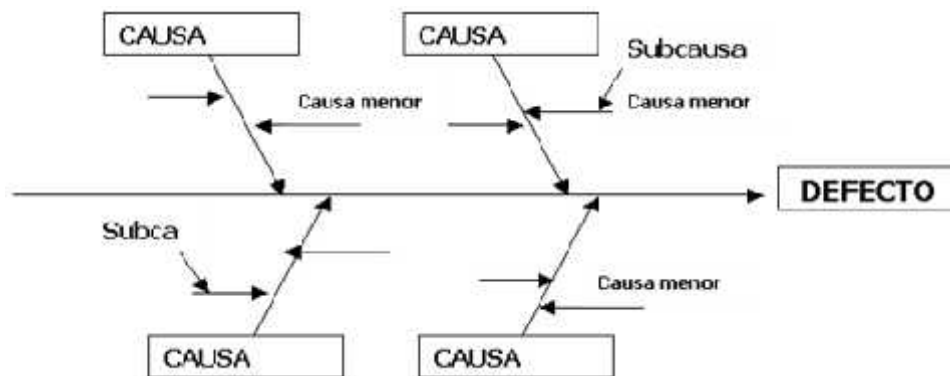
**Figura 4:** Diagrama de Pareto, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).



- **Diagrama Causa – Efecto o de Ishikawa**

Conocido como *diagrama de espina de pescado*. Donde La principal brecha de desempeño se rotula como la “cabeza” del pescado; donde las causas se representan como las “espinas” estructurales con nivel de categoría más importantes de las posibles y las causas probables específicas aparecen como las “espinas menores”. Tal como se ilustra en la siguiente figura N° 7:

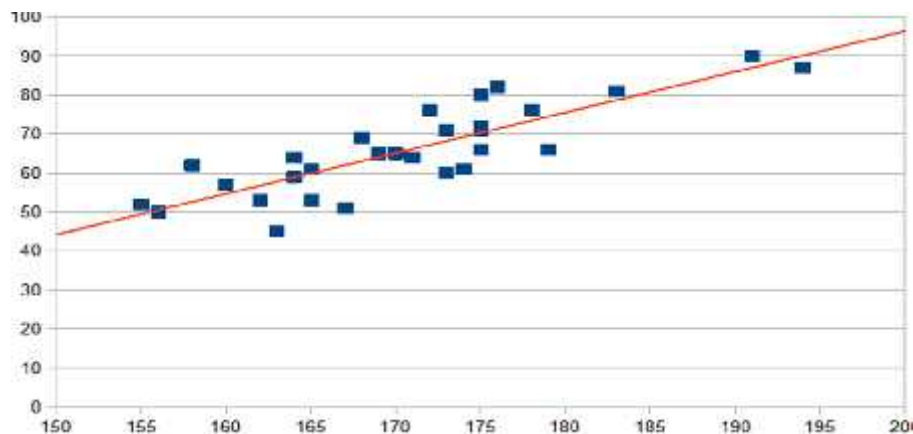
**Figura 5:** Diagrama de Causa Efecto o de Ishikawa Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).



- **Diagrama de Dispersión**

.Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). Representa la gráfica de dos variables que muestra si éstas se relacionan entre sí, puede usarse para diagnosticar y confirmar o descartar la sospecha. Cada punto del diagrama de dispersión representa la observación de los datos como se muestra en la siguiente figura :

**Figura 6:** Diagrama de Dispersión. Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).



- **Gráfico de Control**

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).este grafico sirve para identificar si las variaciones observadas son normales o anormales, con estos indicadores podemos medir y trazar el gráfico de la medición del desempeño tomada de

la muestra, en un diagrama cronológicamente ordenado, llamado gráfico de control.

**Figura 7:** Gráfico de Control .Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).



### 1.3.5 Kaizen

Kaizen proviene de los vocablos japoneses “Kai” que significa cambio, y “Zen” que significa bueno. Lo que en japonés significa “mejora continua”, de aplicación continua y constante, sin embargo algunos afirman que Kaizen que una mejora continua ya que su aplicación es diaria mientras que la aplicación de otras estrategias están sujetas a intervalos de tiempo o solamente cuando las necesidades lo requieran.

Kaizen se orienta directa y especialmente a la satisfacción final del productor y el cliente, es decir desde el inicio de la producción hasta el consumidor final , y forma parte de la cultura de la empresa, involucra todos los empleados de una empresa y forma líderes del cambio para lograr mejoras en la calidad, el coste y los plazos de entrega con influencia directa en el aumento de la eficacia, productividad y calidad de trabajo y la disminución de errores como claves para lograr la mejora deseada; (González Gaya et al., 2013).

## Implementación de Kaizen

Los procedimientos para implementar Kaizen, y demás métodos de mejora continua, se basan en el ciclo de Deming, llamado también PDCA (Plan-Do-Check-Act) o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar).

Este ciclo se compone de cuatro pasos repetitivos al finalizar el ciclo:

**Figura 8:** Ciclo de Deming o PHVA



### a) Planificar

Definimos objetivos como acciones a ejecutar, índices de medición de avance, hacemos un comparativo para determinar el status, identificar y diagnosticar los problemas o causas que requiere de atención inmediata. (Vargas y Aldana, 2011).

- **Paso 1: Identificar el área problema:** Primero debemos tener en cuenta que el tiempo y los recursos pueden ser limitados, por lo que la identificación del problema debe ser inmediato. (Pulido, 2015).

- **Pasó 2: Observación e identificación de las causas del problema:** En este paso problema y los factores causantes del mismo son evaluados, Investigamos y analizamos las características del problema, clasificamos el nivel del indicador inicial del seguimiento para formular el problema; identificamos analizamos y eliminamos las causas del problema. (Omachonu y Ross, 2014; Gutiérrez Pulido, 2015).
- **Paso 3: identificar la causa o factor interviniente mas importante:** clasificamos las causas de acuerdo al nivel de riesgo y daños consecuentes para Determinar la causa principal del problema identificado en el paso 2 empleando el diagrama de causa-efecto, luego analizamos la causa origen del problema, comparamos la posible causa con las causas reales, y recabamos más datos y comprobamos que hemos identificado la causa real del problema (Omachonu y Ross, 2014). (Gutiérrez Pulido, 2015).
- **Paso 4: aplicar medidas remedio a las causas más importantes:** Para tomar la decisión del tipo de remediación se tiene que hacer un análisis exhaustivo de dichas medidas a aplicar por lo que, debemos a todas las interrogantes posibles que nos lleven a una correcta decisión (Omachonu y Ross, 2014).

#### **b) Hacer**

Esta etapa corresponde al paso 5, mejora de la calidad; para lo cual desarrollamos lo planificado, implantamos el plan proyectado, para verificarlos resultados hacemos el seguimiento de los objetivos (Vargas y Aldana, 2011).

**Pasó 5: Medidas remedio:** aplicamos las medidas remedio y capacitamos a los obreros y demás intervinientes en los procesos de producción así como a las áreas administrativas áreas de la empresa, para que comprendan su importancia; se recomienda desarrollarlo en modo de ensayo y pequeña escala. (Gutiérrez Pulido, 2015).

### c) Verificar

Comparamos los hechos actuales y analizamos los resultados de los indicadores (Vargas y Aldana, 2011). Esta etapa es el paso 6 del plan .

- **Paso 6: Analizar los resultados obtenidos:** luego de aplicar el remedio, para ver los resultados, es necesario dejar funcionar el proceso durante un periodo de tiempo, verificamos los resultados comparando el status previo y el actual así mismo evaluamos y analizamos los resultados y el efecto directo de la solución con la rentabilidad obtenida (Gutiérrez Pulido, 2015).

### d) Actuar

De los resultados obtenidos, podremos aplicar las correcciones necesarias y establecer un estándar de los nuevos procedimientos y garantizar siempre los mejores resultados (Vargas y Aldana, 2011). Es el paso 7 del plan MC.

- **Pasó 7: Prevención de recurrencia:** consiste en la estandarización de procedimientos y métodos de solución específicos aplicados, estos procedimientos son documentados; y se comunican las medidas preventivas a realizar, se entrena y capacita a los responsables directos e indirectos, utilizando las diversas herramientas estadísticas, métodos de prevención y monitores. Por lo que es necesario hacer un registro de los beneficios logrados con la aplicación de plan de mejoramiento. (Gutiérrez Pulido, 2015)

### 1.3.6 Carguío y Acarreo

#### a) Equipos de Carguío

Son los equipos que tienen como principal objetivo retirar el material dinamitado o tronado de tal forma que facilite la extracción del material y colocación sobre camiones de acarreo. En minería de superficie el equipo de preferencia por su alto nivel de rendimiento y producción más utilizado en los últimos tiempos mismos que ha sido materia de estudio es la pala hidráulica Hitachi EX 5500.

#### - **HITACHI EX5500**

Equipo de carguío de Hitachi, con capacidad de 50tn en la cuchara y requiere grandes volúmenes de material volado, y desplazamiento lento 2.2 km/hora, Características técnicas son:

- Marca: Hitachi.
- Modelo: Excavadora Hidráulica EX5500.
- Tipo de Accesorio: Cargadora Frontal.
- Motor: QSKTA50-C Cummins Tier 2 2 x 1 500 HP a 1 800 rpm.
- Sistema de Arranque: Motor eléctrico de 24V.
- Baterías: 6 x 12V.
- Bombas Principales: 8 de capacidad variable, bombas de pistón axial para el accesorio frontal y desplazamiento.
- Bombas de Giro: 4 de capacidad variable, bombas de pistón axial para acelerar el giro.

**Figura 9:** Pala hidráulica HITACHI EX5500 (Tumbay, 2013)



**Fuente:** Tumbay Saldaña, AD. 2013. Produccion en el *Ciclo de Carguío y Acarreo en el Tajo Chaquicocha bajo clima Severo – Minería Yanacocha*". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geologica, Minera y Metalurgica. Lima - Perú (PE) : Tesis, 2013. Tesis de Grado.

#### **b) Equipos de acarreo**

Son camiones que trasladan el material mineralizado desde un lugar a otro según plan de producción y calidad de material, estos camiones se utilizan en minería a tajo abierto, están diseñados para transportar hasta 260 Ton.

##### **- CAT 777D**

Con capacidad máxima de 100 Ton., generalmente usado para rutas cortas y con asignación programada en operaciones fijas.



**Figura 10:** Camión CAT 777D (Tumbay, 2013)



- **CAT 785C Standard**

Camiones que pueden movilizar hasta 140 Ton. Nominales se usan en rutas fijas para transportar lastre.

**Figura 11:** Camión CAT 785C Standard (Tumbay, 2013)



- **CAT 793C**

Camiones gigantes de alto rendimiento con capacidad para transportar en condiciones muy adversas, poseen una capacidad de transporte de 240 Ton. Nominales, se utilizan para transportar material mineralizado.

Características técnicas:

- Motor 3516B HD EUI de 16 cilindros de 78 L. ó 4.76 Pul3 c/u.
- Potencia Nominal 1750 rpm.
- Potencia Bruta de 1801 kW ó 2415 hp.
- Potencia Neta de 1743 kW ó 2337 hp.
- Capacidad Nominal de Carga Útil de 218 toneladas Métricas ó 240 toneladas cortas.
- Velocidad máxima 54.3 Km/h ó 33.7 mph.
- Sistema de Frenos de disco enfriados por aceite.
- Tanque de combustible de 4922 L ó 1300 galones.
- Con Neumáticos Estándar 40.00R57.

**Figura 12:** Camión CAT 793C (Tumbay, 2013)



### c) Equipos auxiliares

#### - Cargador CAT 996F

Cargadores pequeños en minería con una capacidad nominal de hasta de 5 Ton para el carguío de camiones, se utilizan para limpieza y mantenimiento de la mina.

*Figura 13: Cargador CAT 996F (Tumbay, 2013)*



### 1.4 Formulación del Problema

¿Cómo el método de mejora continua permitirá aumentar la productividad en el proceso operativo de Carguío y Acarreo de Material en la Minera HUDBAY?

### 1.5 Justificación del Estudio

Esta investigación en el proceso operativo de Carguío y Acarreo de Material de la Minera HUDBAY, nos permitirá plantear una propuesta de solución a las necesidades actuales y futuras del área de estudio:

## **Justificación Científica**

La propuesta plantea aplicar los conocimientos de la mejora continua de la empresa Minera Hudbay, Cusco, obtenga un control eficiente en los procesos productivos incrementando la rentabilidad al margen de ganancia y reducción de costos operativos.

## **Justificación Económica**

disminuir los costos de operación de la maquinaria a través de una estandarización de los procesos y planificación de las operaciones lo que permitirá optimizar todos los tiempos de operación y en consecuencia un ahorro de costos operativos como resultado del correcto uso de los recursos .

## **Justificación Social**

Esta investigación permitirá contribuir socialmente debido a que tendrá un impacto significativo en el incremento económico de la empresa la que más adelante se podrá ver reflejada en los beneficios salariales de los trabajadores y de manera colateral en la sociedad cusqueña por los niveles de consumo y aporte a la economía del sector.

### **1.6 Hipótesis**

La mejora continua en el proceso operativo de Carguío y Acarreo de Material de la empresa Minera HUBBAY si hará crecer la productividad de la empresa.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General:**

Incrementar la productividad del proceso operativo de Carguío y Acarreo de material que se realiza en la mina Hudbay utilizando la metodología de mejora continua.

### **1.7.2 Objetivos Específicos:**

- Analizar los procesos operativos de Carguío y Acarreo de la Minera e identificar la causa directa que afectan a la productividad de la operación.
- Determinar el nivel de productividad actual en el proceso
- Modificar el método de trabajo actual que permita aumentar la productividad de la operación carga y transporte del material I y estandarizar el nuevo método de trabajo.
- Determinar el beneficio de la mejora.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de Investigación**

#### **1.1.1. Tipo de Estudio**

Investigación aplicada descriptiva:

#### **1.1.2. Diseño de Investigación**

No experimental con aplicación directa

### **2.2 Variables, Operacionalización**

#### **2.2.1 Variable Independiente**

Mejora Continua

#### **2.2.2 Variable Dependiente**

Productividad

### 2.2.3 Operacionalización de Variables

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Productividad</b></p>	<p><b>Productividad:</b> Índica la relación de lo producido por un sistema y los recursos utilizados para generarlo (Carro Paz, y otros, 2012)</p>	<p>Es la cantidad de materia mineralizado que se carga y moviliza desde un lugar a otros entre la cantidad de horas hombres utilizas y horas maquinas consumida o entre el costo de operación.</p>	<p>Tonelada de material / costo de operación.</p> <p>(Productividad propuesta – Productividad actual ) / Productividad actual</p>	<p>Razón</p>

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<b>Mejora Continua</b>	Mejora Continua: estrategias que busca continuamente el mejoramiento de la productividad de las operaciones, no solo de calidad si no también el mejoramiento de los procesos.	Metodología que iniciara con la identificaron clara del problema, la cuantificación de tiempos de operación en el Carguío y Acarreo de materia y la propuesta de solución para el aumento de la productividad.	<p>Planear: Lista de problemas y selección de problema principal.</p> <p>Toneladas de material movilizado</p> <p>Tiempo del proceso actual.</p> <p>Costo de operación.</p> <p>Propuesta para mejorar los procedimientos productivos</p> <p>Hacer: Aplicar el sistema de mejora en la operación de carguío y acarreo de material</p> <p>Verificar: Comparación de la variación de la productividad.</p> <p>Actual: Estandarizar y normalizar los procesos.</p>	Nominal

**Fuente:** Elaboración Propia



## **2.3 Población y Muestra**

Para el presente estudio la muestra fue tomada de la misma población de las operaciones de carga y acarreo de mineral/material las que se consideraron como unidad de análisis y las pala hidráulica Hitachi 5500 el camión CAT 793 C los equipos principales que se utilizaron para la investigación así como el tractor CAT D10T como equipo de apoyo para la investigación. (Wigodski, 2010)

## **2.4 Técnica e Instrumentos para de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **2.4.1 herramientas de Recolección de Datos**

Según Vara Horna (2012). Entre las técnicas que se emplearon: Observación Directa y Entrevista al supervisor de operaciones.

### **2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos**

Según Vara Horna (2012). Los instrumentos que se emplearon la recolección y análisis de datos en el proceso de carguío y acarreo son:

- a) Guía de Observación directa, documento que nos permitió registrar la información en cuanto a los pasos del proceso así como el tiempo empleado en los ciclos de operación de carga y acarreo de material/mineral
- b) Guía de entrevista, documento estructurado de 12 preguntas que se utilizó para el ordenamiento de las ideas en cuanto a las preguntas realizadas al supervisor de Operaciones.

### **2.4.3 Validación y Confiabilidad**

La entrevista, fue validada por tres expertos jueces, que dieron validez al instrumento de recolección de datos entrevista, para verificar que era la indicada y cumplía con los requerimientos específicos y su aplicación en la supervisión de operaciones en las actividades de carga y transporte del material

### **2.5 Métodos para Análisis de Datos**

#### **a. Método analítico:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014). Se analizará los métodos de trabajo operativo en las actividades de carga y transporte de material y su incidencia en los costos de operación, el tiempo empleado y los recursos utilizadas según la metodología de mejora continua.

#### **b. Método de inducción :**

El proyecto permite estudiar individualmente a cada uno de los factores que son obstáculo para la eficiente productividad en la operación de carguío y acarreo de material mineralizado y lo que permite al involucrado estar capacitado para aplicar correctamente las herramientas de la mejora continua y lograr el aumento en la productividad. Hernández, Fernández y Baptista (2014)

#### **c. Método Deductivo:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014). Este método permite hacer un estudio a las teorías similares de productividad detallar las características observadas en nuestro en dicho proyecto.

## **2.6 Aspectos Eticos**

La presente investigación esta consentida por la empresa Minera Hudbay lo que obtener los datos in situ, del proceso de carguío y acarreo para contar con la transparencia y confidencialidad de la información recolectada para beneficio de la misma empresa y no serán usados para otros fines; siendo el principal objetivo el incremento continuo de la productividad.

### III. RESULTADOS

#### 1.2. Resultado de la entrevista a supervisor de operaciones Ing. Max Tuñoque Silva.

De la entrevista realizada al Ing. Max Tuñoque Silva, supervisor de operaciones se pudo llegar a la siguiente conclusión:

Son los tiempos muertos la causa principal que estaría afectando la productividad en la operación de carguío y acarreo de material extraído para su procesamiento ; estos tiempos muertos son generados principalmente por los tiempos de espera que se dan cuando el camión se demora en llegar a la zona de carga y la pala espera al camión o cuando el camión espera a ser atendido por la pala; el camión normalmente espera a la pala porque se encuentra ocupada recogiendo o limpiando el material que cae de los camiones cuando la pala coloca sobre la tolva del camión o cuando el brazo de la pala se está moviendo desde la fuente de material hasta la tolva del camión y derrama un poco de material, este material se va acumulando y dificulta que los camiones no se pueden colocar estratégicamente, entonces para evitar que el camión no se puede colocar de manera correcta la pala limpia la zona.

La siguiente tabla N°1. Ilustra la metodología que nos permitió identificar la causa principal que estaría afectando a la problemática de la operación de carguío y acarreo según las respuestas del Ing. Max Tuñoque

**Tabla 1:** Identificación de la principal causa factible de solución:

Causas	Depende de operaciones	Requiere poca inversión su mejora	Impacta en los costos drásticamente	Total SI
	SI/NO	SI/NO	SI/NO	
Lodo por lluvias o tormentas	NO	SI	NO	1
<b>Tiempo muertos</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>3</b>
Ocurrencia de accidentes	NO	SI	NO	1
Fallas de maquinas	SI	NO	SI	2

**Fuente:** (Elaboración Propia)

Ponderación de las causas:

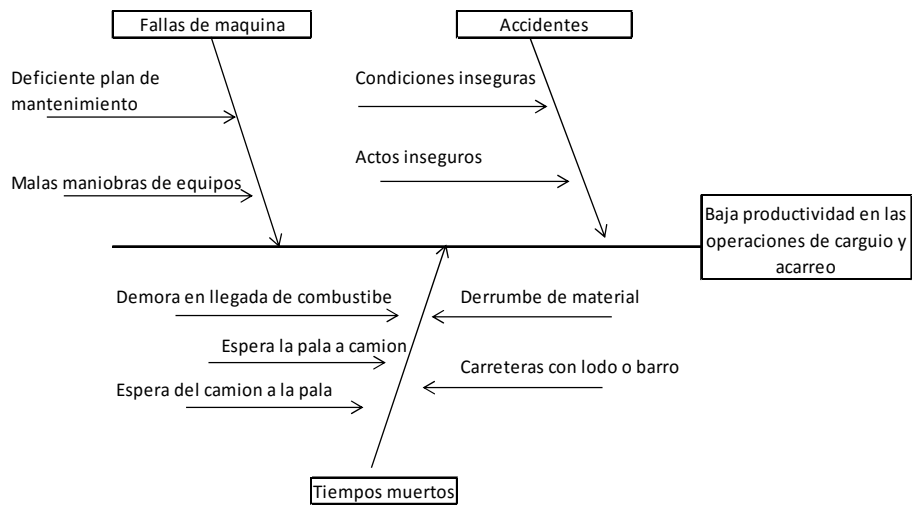
La siguiente tabla N°2, nos permitió ordenar de mayor a menor las causas según ponderación numérica:

**Tabla 2:** Ordenar de mayor a menor las causas principales

Causas	Peso	Depende de operaciones	Requiere poca inversión su mejora	Impacta en los costos drásticamente	Total
<b>Tiempo muertos</b>	<b>40%</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>1080</b>
Fallas de maquinas	30%	600	900	900	720
Ocurrencia de accidentes	20%	300	300	300	180
Lodo por lluvias o tormentas	10%	300	300	900	150

**Fuente:** (Elaboración Propia)

**Figura 14:** Análisis de causa y efecto de la productividad en la operaciones de Carguío y Acarreo.



**Fuente:** (Elaboración Propia)

### 3.2 Resultado de la toma de tiempo y cálculo actualizado de producción

El cálculo actual de producción se analizó por espacio de casi una hora la cantidad de camiones que fueron cargados con la pala, se registraron los tiempos que demoraba un camión en ingresar a la zona de carga, también se registró los tiempos de carguío por parte de la pala y los tiempos de salida del camión de la zona de carguío; así mismo también se registró los tiempos de algunas ocurrencias como limpieza de la zona de carga por parte de la pala, tiempos de demora de los camiones a la zona de carga y los tiempos en que el camión esperaba a la pala por estar esta última frecuentemente limpiando la zona de carga para que el camión pueda ingresar hasta ubicarse de tal manera que la tolva quede debajo de la pala del camión y la pala gire un ángulo de 90 grados respecto de la perpendicularidad en relación al material dinamitado. En la situación actual el sistema de trabajo es una pala con 15 camiones los cuales los cuales se ingresan a la zona de carguío según su partida y su llegada teniendo en muchos casos que esperar a unos 50 metros aproximadamente de la pala para ingresar en cuanto la

pala este desocupada y la zona de carga este limpia. En el actual sistema de trabajo se pudo evidenciar que muchas de los camiones formaban colas para ser atendidos por las palas ya sea porque la pala se encontraba atendiendo a otro camión o limpiando a la zona de la carga, la siguiente imagen ilustra a forma de trabajo actual:

**Figura 15:** Sistema de trabajo actual



**Fuente:** Minera Hudbay (2017)

**Figura 16:** Camiones formado cola para ser atendidos



**Fuente:** Minera Hudbay (2017)

El día 11 de abril se recolecto la información de 16 camiones atendidos con la pala hidráulica con capacidades de 250 y 50 toneladas respectivamente, se registraron los tiempos en segundos y algunas observaciones como

limpieza de zonas demoras en la llegada de camiones, la cantidad de segundos, minutos y horas se muestra en la siguiente tabla N°3, así como el tiempo promedio de carga a cada camión:

**Tabla 3: Control de tiempo en segundos de la operación carguío con un camión**

Dia: 11 de abril Hora de inicio: 09:15 a. m.  
 Pala Hidraulica Hitachi EX 5500 Capacidad 50 Ton  
 Camion CAT 793C Capacidad 250 Ton

N°	Nro de	Actividad	Tiempo	Tiempo
1	105	Camion Nro 105 ingresa a zona de carga	25	2.30
		Pala carga con material camion Nro 105	98	
		Camion Nro 105 se retira de zona de carga	15	
2	20	Camion Nro 20 ingresa a zona de carga	30	2.55
		Pala carga con material camion Nro 20	105	
		Camion Nro 20 se retira de zona de carga	18	
3	15	Pala limpia zona de carga	65	3.60
		Camion Nro 15 ingresa a zona de carga	29	
		Pala carga con material camion Nro 15	110	
4	50	Camion Nro 15 se retira de zona de carga	12	2.33
		Camion Nro 50 ingresa a zona de carga	26	
		Pala carga con material camion Nro 50	101	
5	25	Camion Nro 50 se retira de zona de carga	13	3.07
		Pala espera a camion llegada	32	
		Camion Nro 25 ingresa a zona de carga	24	
6	45	Pala carga con material camion Nro 25	111	3.42
		Camion Nro 25 se retira de zona de carga	17	
		Pala limpia zona de carga	70	
7	80	Camion Nro 45 ingresa a zona de carga	19	2.82
		Pala carga con material camion Nro 45	98	
		Camion Nro 45 se retira de zona de carga	18	
8	70	Camion Nro 80 ingresa a zona de carga	28	3.17
		Pala carga con material camion Nro 80	120	
		Camion Nro 80 se retira de zona de carga	21	
9	53	Pala limpia zona de carga	55	2.60
		Camion Nro 70 ingresa a zona de carga	24	
		Pala carga con material camion Nro 70	97	
10	99	Camion Nro 70 se retira de zona de carga	14	3.63
		Camion Nro 53 ingresa a zona de carga	21	
		Pala carga con material camion Nro 53	115	
11	08	Camion Nro 53 se retira de zona de carga	20	2.67
		Pala limpia zona de carga	62	
		Camion Nro 99 ingresa a zona de carga	27	
12	22	Pala carga con material camion Nro 99	113	2.87
		Camion Nro 99 se retira de zona de carga	16	
		Camion Nro 08 ingresa a zona de carga	16	
13	11	Pala carga con material camion Nro 08	104	3.10
		Camion Nro 08 se retira de zona de carga	16	
		Camion Nro 22 ingresa a zona de carga	14	
14	05	Pala carga con material camion Nro 22	135	2.63
		Camion Nro 22 se retira de zona de carga	23	
		Pala espera a camion llegada	27	
15	66	Camion Nro 11 ingresa a zona de carga	19	3.62
		Pala carga con material camion Nro 11	117	
		Camion Nro 11 se retira de zona de carga	23	
16	102	Camion Nro 05 ingresa a zona de carga	23	2.96
		Pala carga con material camion Nro 05	114	
		Camion Nro 05 se retira de zona de carga	21	
Total		Camion Nro 66 ingresa a zona de carga	19	0.78
		Pala carga con material camion Nro 66	124	
		Camion Nro 66 se retira de zona de carga	15	
Total de segundos =			2820	
Total de minutos =			47.00	
Total de horas =			0.78	

Fuente: (Elaboración Propia)



Se registró un tiempo total de 2820 segundos equivalentes a 47 minutos y a 0,78 horas en ese lapso de tiempo se atendieron a 16 camiones haciendo un total de 4000 ton teóricas de material mineralizado transportado a la chancadora. Para obtener la cantidad de toneladas de material movilizado real se consideró un factor de llenado del 92 % arrojando 3680 ton., la siguiente tabla N° 4, resumen los cálculos realizados:

**Tabla 4:** *Calculo de producción en toneladas por hora*

Detalles	Cantidades
Número de camiones movilizados =	16 Camiones
Toneladas por camión =	250 Ton
Cantidad de material movilizado teórico =	4000 Ton
Cantidad de material movilizado real =	3680 Ton
Tiempo total en horas =	0.78 Horas
Producción por hora =	4697.87 Ton / hra

**Fuente:** (Elaboración Propia)

Calculo del costo de operación en dólares por el tiempo de trabajo de 0.78 horas

Equipo	Tiempo (hr)	Costo de operación (\$ / hr)	Costo Total (\$)
Pala	0.78	400	313
Camión	0.78	250	196
Total \$			509

Calculo del costo en dólares por tonelada y productividad

Costo por tonelada = 0.138361 \$ / Ton  
Ton / \$

productividad = 7.23

De la tabla anterior se pudo determinar la productividad actual dividiendo la cantidad de material mineralizado movilizado y el costo total. 3680 ton / \$ 509

**- Calculo de tiempo de recorrido de los camiones en zona de carga a la Chancadora**

Para calcular el tiempo de traslado de un camión cargado de mineral desde el punto inicial de carga al punto de llegada y descarga, se consideró los desniveles o pendientes de la geografía territorial en los diferentes tramos; los cálculos se resumen en la siguiente tabla N°5:

**Tabla 5:** *Tiempo de viaje (ida) de camión cargado en minutos*

Detalle	Tramo Horizontal	Tramo Pendiente	Tramo Horizontal	
Distancia (m)	250	2400	250	
Tonelaje carga	250	250	250	
Gradiente (%)	0%	5%	0%	
Resistencia Rodadura (%)	6%	4%	6%	
Resistencia Total (%)	6%	9%	6%	
Cambio de caja	4ta-5ta	2da	4ta-5ta	
Velocidad	30-40	15	30-40	
Tiempo de viaje cargado (min)	0.5	10.5	0.5	11.5

**Fuente:** (Elaboración Propia)

**Calculo de tiempo de recorrido de los camiones de la Chancadora a zona de carguío.**

**Tabla 6:** *Tiempo de viaje (retorno) de camión vacío en minutos*

Detalle	Tramo	Tramo	Tramo	
	Horizontal	Pendiente	Horizontal	
Distancia (m)	250	2400	250	
Tonelaje carga	0	0	0	
Gradiente (%)	0%	5%	0%	
Resistencia Rodadura (%)	6%	4%	6%	
Resistencia Total (%)	6%	1%	6%	
Cambio de caja	6ta	5ta	6ta	
Velocidad	55	40	55	
Tiempo de viaje vacío (min)	0.3	3.6	0.3	4.2

**Fuente:** (Elaboración Propia)

Tiempo total o tiempo de ciclo en minutos que demora un camión en cargar de material, ir a la zona de descarga, regresar, esperar u otro factor se determina mediante la siguiente ecuación:

$$T_c = T_{\text{esp en pala}} + T_{\text{spot}} + T_{\text{cuadrado}} + T_{\text{carga}} + T_{\text{traslado de material}} + T_{\text{espera para descargar}} + T_{\text{de descarga}} + T_{\text{viaje vacío}}$$

**Tabla 7:** *Cálculo de Tiempo de Ciclo*

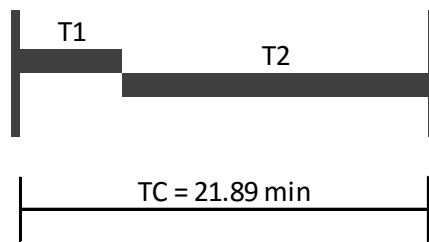
Tiempos	Minutos
Tiempo esperando carga =	1.00
Tiempo de spot =	0.50
Tiempo de estacionamiento =	0.25
Periodo de tiempo durante el carguio =	2.96
Tiempo de v cargado =	11.46

Tiempo Esperando descarga =	1.00
Tiempo descargando =	0.50
Tiempo retorno vacío al punto inicial de carga =	4.22
<b>TC en minutos =</b>	<b>21.89</b>

**Fuente:** (Elaboración Propia)

\* Tiempo spot: Tiempo del 1er cucharón al siguiente camión

**- Calculo de número de camiones según tiempos registrados**



$$N = 19.02 / 2.96 = 6.4 \text{ camiones}$$

Nro. De Camiones según tiempos = 7 camiones

T1: Tiempo de carguío = 2.96 min

T2: Tiempo de recorridos y esperas = 19.02 min

**- Calculo del número de camiones según ficha técnica**

Para realizar este cálculo se han utilizado datos de ficha técnica según tipo de pala de y de camión CAT, también se empleado la siguiente formula:

$$C_1 \left( \frac{T}{hr} \right) = \frac{(C_1 \cdot T) * (F_{II} \%) * (D \cdot M \%) * (U_d C_1 \%) * 60 m}{C_1 \frac{T}{hr}}$$

$$N^{\circ} cam \quad R = \frac{P \quad d \quad p \quad ho}{C_1 \frac{T}{hr}}$$

**Tabla 8:** Calculo de número de camiones requeridos según ficha técnica

Datos de camión CAT	
Factor de llenado	92%
Horas operativas/turno	11
Disponibilidad mecánica	83%
Utilización camión	81%
Capacidad camión <sup>TM</sup>	250
Camión (TM/hr)	424
Plan de desmonte/hr	6000
Nro de camiones requeridos	14.2

**Fuente:** (Elaboración Propia)

Según ficha técnica para un plan de desmonte de 6,000 Tm por hora con un turno de 11 horas se requiere 14 o 15 camiones lo que demuestra que según el número de camiones con el estudio de tiempos no se relacionan con este resultado y no se estaría aprovechando la capacidad de la pala ni el plan de desmonte por hora.

#### IV. DISCUSION

La información necesarias para la recolección de datos fue brindada por la empresa, dentro de la empresa Minera Hudbay.

Por lo cual será comparada con el desempeño de las otras tesis que hayan aplicado la metodología de mejora continua para incrementar la productividad del proceso operativo de Carguío y Acarreo de material que se realiza en la mina Hudbay.

Los resultados de nuestra investigación están organizados de tal manera que permitan Analizar los procesos operativos de carga y transporte de material, y Proponer la Mejora Continua de material, la mejora es hacer un plan de operación de Carguío y Acarreo de Mineral para incrementar la productividad.

**Vilca y Yábar (2016).** El objetivo principal del estudio es desarrollar un simulador como herramienta de apoyo para la estimación del tiempo del ciclo de acarreo, la que permite simular las rutas de un proyecto o una operación en marcha, permite obtener ciclos de transporte. Donde Los resultados son medibles y pueden ser comparados para elegir la mejor opción. También se presenta un módulo de control para el sistema de carguío con palas que determina el tiempo de carguío y que muestra el análisis de sacrificio de pase para ser aplicado en las situaciones donde se requiera recuperar el ritmo de producción y evitar las colas de espera en la zona de carguío Con un factor de corrección de 90%. La estimación del tiempo de ciclo con el simulador "FPM" haciendo uso del factor de corrección es de 0% y con el simulador "FPC" de 11%. Se determina como medida El periódico e intensivo entrenamiento a los operadores de los equipos y voladuras eficientes lo que permite un alto factor de llenado, menor tiempo de carga y la fluidez de ciclos de carguío y transporte de con un 20% de ahorro en costos de carguío.

**Ríos (2016).** Propone en la revista Logística, un artículo sobre la Mejora en la Utilización Efectiva a Base de disponibilidad de flota para Carguío y transporte y menciona la línea de trabajo a la identificación de desafíos operacionales para incrementar su utilización Efectiva en Base a Disponibilidad, El trabajo se basó a las operaciones de transporte y palas de cables eléctricos de la operación de carguío enfocados al análisis de las demoras y pérdidas operacionales. Identifico 13 desafíos (4 en chancado, 7 en transporte y 2 en carguío), para lo cual presenta 15 propuestas de mejora (5 en chancado, 8 en transporte y 2 en carguío). Además, se identifica 4 necesidades que presenta el área de despacho y 5 necesidades para el área de operaciones (Instructores para entrenamiento periódico Mina

**Quiquia (2015).** El objetivo principal de dicho estudio es la reducción de los tiempos muertos en la operatividad de los camiones gigantes de carguío es reducir los tiempos muertos de los equipos de transporte del material para aumentar la productividad de los mismos, y obtener una mayor rentabilidad a la inversión sobre el costo de los equipos

**Aguilar (2015).** Dicha investigación tiene como objetivo principal incrementar la productividad de los equipos de carga y transporte de material en áreas que contienen altos porcentajes de arcilla al realizar un diseño de lastre adecuado a las condiciones estructurales de del material a trabajar.

El autor llegó a la siguiente conclusión:

Al observar los resultados, Se determinó que la calidad del lastre influye directamente en la producción, y en consecuencia la rentabilidad de la inversión en camiones y equipos de alta gama, en rendimiento y capacidad de carga al determinar un incremento productivo de 69% a 91%, además de la generación de ahorro en los costos operativos y una producción por cada equipo de carguío (pala) de un millón de dólares diarios.

Esta investigación es muy importante para mi estudio porque demuestra la confiabilidad de la propuesta y me da a conocer como validar información en los equipos de carga y transporte de material, disminuir los tiempos muertos de los equipos. Lo cual les garantizará, la agilización de las rutas de transporte, al minimizar los tiempos muertos de los camiones podrá obtener una óptima calidad en el servicio y una gran mejora de la productividad.



## V. CONCLUSIONES

- Identificamos que la causa principal que afecta la productividad son los tiempos muertos en la operación carguío y acarreo producto de la deficiente programación y asignación de camiones lo que ocasiona que los camiones esperen ser atendidos por la pala o que la pala espere a los camiones; otra causa frecuente que ocasiona tiempos muertos es la constante limpieza que realiza la pala a la zona de carguío que se llena de material que cae de la pala cuando carga a los camiones y es la misma pala la que limpia generando demora en la atención de los camiones.
- En cuanto a la productividad de la operación de carguío el estudio arroja que el costo de operación por tonelada es de 0.1384 dólares considerando solo los costos operativos de la pala y del camión, lo que significaría que en termino de productividad el monto de 7.23 ton. / \$
- En cuanto a la mejora de la operatividad de carguío y acarreo se demostró que el mejor método de trabajo es la asignación de dos camiones simultáneamente a una pala acompañados por un tractor CAT como equipo de apoyo el cual se encargue de realizar la limpieza de las zonas de carguío en el momento que la pala está atendiendo a un camión de esta manera la pala no pierde tiempo en realizar la limpieza de zona y podría atender más rápidamente a los camiones y los camiones no estarían esperando a que salga el camión que está siendo atendido para después de que se retira de la zona de carga este ingrese. Después de demostrar el aumento de la productividad con la nueva asignación de camiones y el uso de un tractor se procedió a documentar y estandarizar los procesos operativos. Con el nuevo método de trabajo se logró reducir el costo a 0.1330 \$ / tonelada en la operación de carguío lo que en términos de productividad significo 7.52 ton. / \$, lo que significó un aumento porcentual de la productividad de 4.02 %

- De continuar con el nuevo método de trabajo en cuanto a la asignación correcta de camiones el beneficio esperado al mes sería de \$29,032 dólares al mes y de \$348384 dólares al año trabajando dos guardias efectivas de 11 horas por guardia, 30 días al mes y 12 meses del año con una capacidad real por hora de producción en la operación de carguío de 8232 toneladas. En cuanto al costo de la mejora es mínimo o cero porque se estaría utilizando los mismos recursos pero con diferente asignación o programación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Recomendamos el cumplimiento de plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de evitar la falta de los camiones en la zona de carguío y no perjudique la nueva asignación de camiones a la pala.
- Se recomienda la compra e implementación de sistema DISPATCH, sistema que permite monitorear satelitalmente y llevar un mejor control en cuanto al seguimiento, control y medición de la productividad en tiempo real.
- Recomendamos llevar un control minucioso en cuanto a la compra de combustible y reabastecimiento continuo para evitar la paralización de los camiones e incumplimiento de la programación de los camiones.
- Es importante la capacitación de los operadores de equipos tractor y pala, para trabajar bajo los estándares establecidos y lograr mantener los niveles de productividad esperados.

## VII. PROPUESTA

En cuanto a la propuesta esta se centra en la asignación de dos camiones de manera simultánea a una pala que tenga la capacidad de giro de 360 grados y la participación de un tractor que tendrá la función de limpiar la zona de carga mientras la pala hidráulica se encuentra cargando al otro camión, la siguiente imagen N° 19. Ilustra nuestra propuesta:

**Figura 17:** Pala hidráulica trabajando con dos camiones simultáneamente



**Fuente:** Minera Hudbay (2017)

De la figura anterior se observa la ubicación estratégica de los dos camiones asignados a la pala de tal manera que la pala primero llena un camión luego gira en sentido contrario para llenar el siguiente camión y mientras llena el siguiente camión y el primero haya salido de la zona de carga el tractor ingresara a la zona de carga para limpiar el material que se haya caído al momento de llenar el camión o por desprendimiento de material dinamitado. El tractor de apoyo no debe de durar más de 70 segundos tiempo suficiente para limpiar la zona y permitir que el nuevo camión ingrese a la zona limpia; luego el tractor se tendrá que dirigir a la otra zona de carga a realizar la misma operación de limpieza; la siguiente imagen N°20, ilustra lo comentado:

**Figura 18:** Tractor ingresando a la zona de carguío para limpiar la zona



**Fuente:** Minera Hudbay (2017)

- **Calculo de productividad con la nueva asignación de camiones**

La siguiente tabla N° 9, ilustra los tiempos que se registraron con la nueva asignación de camiones así como el tractor de limpieza.

**Tabla 9: Registro de tiempo con la nueva asignación de camiones**

Día: 15 de mayo Hora de inicio: 08:30 a. m.

Pala Hidraulica Hitachi EX 5500  
Camion CAT 793C

Capacidad 50 Ton  
Capacidad 250 Ton

Pala		Zona 1 de camion		Zona 2 de camion		Tractor	
Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
		Ingres a Nro 30	21	Ingres a Nro 17	16		
Pala carga con material camion Nro 30	98						
		Retiro Nro 30	15				
Pala carga con material camion Nro 17	102					Limpia zona 1	67
		Ingres a Nro 77	18	Retiro Nro 17	18		
Pala carga con material camion Nro 77	89					Limpia zona 2	55
		Retiro Nro 77	15	Ingres a Nro 88	18		
Pala carga con material camion Nro 88	99					Limpia zona 1	70
		Ingres a Nro 12	20	Retiro Nro 88	24		
Pala carga con material camion Nro 12	101					Limpia zona 2	61
		Retiro Nro 12	17	Ingres a Nro 03	18		
Pala carga con material camion Nro 03	102					Limpia zona 1	55
		Ingres a Nro 130	14	Retiro Nro 03	25		
Pala carga con material camion Nro 130	89					Limpia zona 2	57
		Retiro Nro 130	23	Ingres a Nro 50	19		
Pala carga con material camion Nro 50	95					Limpia zona 1	45
		Ingres a Nro 13	21	Retiro Nro 50	21		
Pala carga con material camion Nro 13	110					Limpia zona 2	60
		Retiro Nro 13	19	Ingres a Nro 105	19		
Pala carga con material camion Nro 105	91					Limpia zona 1	40
		Ingres a Nro 21	25	Retiro Nro 105	25		
Pala carga con material camion Nro 21	120					Limpia zona 2	52
		Retiro Nro 21	15	Ingres a Nro 43	15		
Pala carga con material camion Nro 43	115					Limpia zona 1	48
		Ingres a Nro 10	17	Retiro Nro 43	19		
Pala carga con material camion Nro 10	94					Limpia zona 2	50
		Retiro Nro 10	21	Ingres a Nro 05	20		
Pala carga con material camion Nro 05	100					Limpia zona 1	51
		Ingres a Nro 18	23	Retiro Nro 05	16		
Pala carga con material camion Nro 18	103					Limpia zona 2	63
		Retiro Nro 18	18	Ingres a Nro 90	18		
Pala carga con material camion Nro 90	109					Limpia zona 1	40
		Ingres a Nro 33	24	Retiro Nro 90	22		
Pala carga con material camion Nro 33	88					Limpia zona 2	42
		Retiro Nro 33	18	Ingres a Nro 111	16		
Pala carga con material camion Nro 111	85					Limpia zona 1	65
		Ingres a Nro 79	25	Retiro Nro 111	15		
Pala carga con material camion Nro 79	130					Limpia zona 2	74
		Retiro Nro 79	19	Ingres a Nro 91	19		
Pala carga con material camion Nro 91	80					Limpia zona 1	57
		Ingres a Nro 102	20	Retiro Nro 91	20		
Pala carga con material camion Nro 102	83					Limpia zona 2	51
		Retiro Nro 102	21	Ingres a Nro 66	21		
Pala carga con material camion Nro 66	104					Limpia zona 1	60
		Ingres a Nro 59	22	Retiro Nro 66	23		
Pala carga con material camion Nro 59	123					Limpia zona 2	64
		Retiro Nro 59	23	Ingres a Nro 32	21		
Pala carga con material camion Nro 32	90					Limpia zona 1	50
		Ingres a Nro 03	16	Retiro Nro 32	19		
Pala carga con material camion Nro 03	92					Limpia zona 2	70
		Retiro Nro 03	17	Ingres a Nro 51	25		
Pala carga con material camion Nro 51	101					Limpia zona 1	66
		Ingres a Nro 82	15	Retiro Nro 51	15		
Pala carga con material camion Nro 82	97					Limpia zona 2	46
		Retiro Nro 82	20	Ingres a Nro 84	17		
Pala carga con material camion Nro 84	120					Limpia zona 1	57
		Ingres a Nro 60	21	Retiro Nro 84	21		
Pala carga con material camion Nro 60	107					Limpia zona 2	58
Total de segundos =	2917		563		545		1574
Total de minutos =	48.62		9.38		9.08		26.23
Total de horas =	0.81		0.16		0.15		0.44

Fuente: (Elaboración Propia)

De tabla anterior se puede observar que fueron 29 atenciones o carguíos que se dieron en un tiempo de 0.81 horas, entonces la producción hora fue:

Número de camiones movilizados =	29 Camiones
Toneladas por camión =	250 Ton
Cantidad de material movilizado teórico =	7250 Ton
Cantidad de material movilizado real =	6670 Ton
Tiempo total en horas =	0.81 Hras
Producción por hora =	8231.74 Ton / hr

La cantidad de material movilizado real se obtiene multiplicando la cantidad de material movilizado teórico según la capacidad de pala y de camión por un factor de llenado del 92 % debido a que la pala en algunos casos no se llena al 100% o de la tolva del camión se puede caer algo de material.

**Tabla 10: Costo de la operación**

Equipo	Tiempo (hr)	Costo (\$ / hr)	Costo Total (\$)
Pala	0.81	400	324
Camiones en la Zona 1	0.97	250	242
Camiones en la Zona 2	0.96	250	240
Tractor	0.81	100	81
<b>Total</b>			<b>887</b>

**Fuente:** (Elaboración Propia)

Para el cálculo del costo de la operación se ha considerado el tiempo del tractor igual al tiempo de carguío de la pala y para el cálculo de los tiempos de los camiones se sumó los tiempos de cada camión en cuanto a los tiempo de entrada a la zona de carga y los tiempos de salida de la zona de carga más el tiempo de la pala. Se gastó 887 en un tiempo de 0.81 horas y se cargó 6670 toneladas reales a los camiones.

- **Calculo de costo por tonelada y de la productividad**

Costo por tonelada = 0.13302 \$ / Ton

Calculo de la productividad = 7.52 Ton / \$

- **Calculo de tiempo de recorrido de los camiones de zona de carguío a la Chancadora**

**Tabla 11:** Tiempo recorrido zona de Carguío a la Chancadora

Detalle	Tramo Horizontal	Tramo Pendiente	Tramo Horizontal	
Distancia (m)	250	2400	250	
Tonelaje carga	250	250	250	
Gradiente (%)	0%	5%	0%	
Resistencia Rodadura (%)	6%	4%	6%	
Resistencia Total (%)	6%	9%	6%	
Cambio de caja	4ta-5ta	2da	4ta-5ta	
Velocidad	30-40	15	30-40	
Tiempo de viaje cargado (min)	0.5	10.5	0.5	11.5

**Fuente:** (Elaboración Propia)



## Calculo de tiempo de recorrido de los camiones de la Chancadora a zona de carguío

**Tabla 12:** Tiempo recorrido de la Chancadora a zona de Carguío

Detalle	Tramo Horizontal	Tramo Pendiente	Tramo Horizontal	
Distancia (m)	250	2400	250	
Tonelaje carga	0	0	0	
Gradiente (%)	0%	5%	0%	
Resistencia Rodadura (%)	6%	4%	6%	
Resistencia Total (%)	6%	1%	6%	
Cambio de caja	6ta	5ta	6ta	
Velocidad	55	40	55	
Tiempo de viaje cargado (min)	0.3	3.6	0.3	4.2

**Fuente:** (Elaboración Propia)

### Calculo del tiempo de ciclo

Tiempos	Minutos
Tiempo de espera en pala =	1.00
Tiempo de spot =	0.50
Tiempo de cuadrado =	0.31
Tiempo de carguio =	1.68
Tiempo de v cargado =	11.46
Tiempo de espera en descarga =	1.00
Tiempo de descarga =	0.50
Tiempo de viaje vacío =	4.22
<b>TC =</b>	<b>20.67</b>

Nro. De Camiones = 12

- **Calculo del número de camiones según especificaciones técnicas:**

Datos de camión CAT	
Factor de llenado	92%
Horas operativas/turno	11
Disponibilidad mecánica	83%
Utilización camión	81%
Capacidad camión <sup>TM</sup>	250
Camión (TM/hr)	449
Plan de desmonte/hr	6000
Nro. de camiones requeridos	13.4

- **Calculo del Beneficio Esperado**

Costo por tonelada antes de la mejora =	0.1384 \$ / Ton
Costo por tonelada después de la mejora =	0.1330 \$ / Ton
Ahorro por tonelada =	0.0053 \$ / Ton
Producción por =	8232 Ton / hra
Producción por guardia (turno de 11 horas) =	90549 Ton / turno
Producción por día =	181098 Ton / día
Producción por mes =	5432952 Ton / mes
Producción por año =	65195420 Ton / año
<b>Ahorro por año =</b>	<b>348384 \$ / Año</b>

- **Calculo de a variación de la productividad.**

Productividad antes de la mejora = 7.23 Ton / \$

Productividad después de la mejora = 7.52 Ton / \$

***Variación porcentual de la productividad = 4.02%***

- **Estandarización de los proceso de carguío**

En anexo se ha colocado el manual de procedimiento estandarizado con la finalidad de que todos los operadores lo apliquen y de esa manera mantener la productividad.

## BIBLIOGRAFÍA

**Chase, ICHARD B., AQUILANO, NICHOLAS J. y JACOBS, F. ROBERT. 2000.** ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES. Colombia : MCGRAW-HILL, 2000.

**Tecnología Minera (2016).** Modelos de optimización de ciclo de carguío-transporte-acarreo. Recuperado de <http://www.tecnologiaminera.com/tm/x/novedad.php?id=251>

**Joseph, A. (2012).** Operaciones Unitarias: Carguío y Transporte. Recuperado de <http://ingenieroenminas.com/operaciones-unitarias-carguio-y-transporte/> [En línea]

**Aguilar, César Augusto Marín. 2015.** *"Incremento de la Productividad en el Carguío y Acarreo en Frentes que presentan altos contenidos de Arcillas al utilizar un Diseño de Lastre adecuado, Minería Yanacocha, Perú - 2015"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Cajamarca - Perú (PE) : Tesis, 2015. Tesis de Grado .

**Aurys , Consulting y Revista , G de Gestión. 2014.** aurys consulting. *aurys consulting*. [En línea] Diciembre de 2014. [Citado el: 04 de Febrero de 2016.] [http://aurysconsulting.com/aurys-noticias-publicaciones/wp-content/uploads/2014/12/RevistaG\\_Aurys\\_Estudio-Productividad-Per%C3%BA-2014.pdf](http://aurysconsulting.com/aurys-noticias-publicaciones/wp-content/uploads/2014/12/RevistaG_Aurys_Estudio-Productividad-Per%C3%BA-2014.pdf).

**Baca Urbina, Gabriel. 2006.** *Evaluación de Proyectos*. México : McGraw-Hill-Interamericana Editores S.A., 2006. ISBN-10,970-10-5687-5.

**Besterfield , Dale H. 2009.** *Control de la Calidad*. México : Pearson Educación, 2009. ISBN:978-607-442-121-7.

**Cabrera Gallo, Anita y Gonzales Fernandez, Geraldine. 2012.** Universidad de San Martín de Porres. *Universidad de San Martín de Porres*. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de febrero de 2016.] [www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20141\\_7.pdf](http://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20141_7.pdf).

**Carro Paz, Roberto y Gonzáles Gómez, Daniel. 2012.** Portal de la Promoción y Difusión Pública del Conocimiento Académico y Científico FCEyS-UNMdP. *Portal*

de la Promoción y Difusión Pública del Conocimiento Académico y Científico FCEyS-UNMDP. [En línea] 05 de julio de 2012. [Citado el: 12 de febrero de 2016.] <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607>.

**Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud. 2010.** Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria. *Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria*. [En línea] Marzo de 2010. [Citado el: 12 de febrero de 2016.] <http://digesa.sld.pe/NormasLegales/Normas/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>.

**García Siurob, Patricia. 2013.** Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Queretaro. *Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Queretaro*. [En línea] marzo de 2013. [Citado el: 11 de febrero de 2016.] <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/2420>.

**González Gonzáles, Aleida y Michelena Fernández, Ester. 2010.** Revista Virtual Pro Procesos Industriales. *Revista Virtual Pro Procesos Industriales*. [En línea] 01 de octubre de 2010. [Citado el: 01 de marzo de 2016.] <http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/disenio-de-un-modelo-para-desarrollar-los-proyectos-de-mejora-continua-de-la-calidad>.

**Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2014.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

**Herrera Dávila, Brenda Milagros. 2010.** Colegio de Ingenieros del Perú - Intranet. *Colegio de Ingenieros del Perú - Intranet*. [En línea] 2010. [Citado el: 10 de febrero de 2016.] <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/44614967>.

**Hollsteín, Lucíe. 2015.** Lucíe Hollsteín Repostería. *Lucíe Hollsteín Repostería*. [En línea] 2015. [Citado el: 12 de febrero de 2016.] <http://www.reposteria.cl/>.

**Horngren, T, Sundem, L y Gary y Stratton, William. 2006.** *Contabilidad Administrativa*. México : Pearson Educación, 2006. ISBN 970-2640-3.

**Instituto Nacional de Calidad, de Calidad. 2003.** Instituto Nacional de la Calidad - Uruguay. *Instituto Nacional de la Calidad - Uruguay*. [En línea] Octubre de 2003.

[Citado el: 01 de marzo de 2016.]  
[http://www.inacal.org.uy/files/userfiles/file/VI\\_ManualACTyCCC.pdf](http://www.inacal.org.uy/files/userfiles/file/VI_ManualACTyCCC.pdf).

**Krajewski, Lee J, Ritzman, Larry y Malhotra, Manoj. 2008.** *Administración de Operaciones - Procesos y cadenas de valor*. México D.F : Pearson Educación - Octava Edición, 2008. págs. 160-180. 978-970-26-1217-9.

**Martínez Ordinola, Dorka Grigert y Quiñones Pardo, María Alejandra. 2015.** Repositorio de Tesis USAT. *Repositorio de Tesis USAT*. [En línea] 05 de Mayo de 2015. [Citado el: 10 de Febrero de 2016.]  
<http://tesis.usat.edu.pe/jspui/handle/123456789/446>.

**Martínez Ordinola, Dorka Grigert y Quiñones Pardo, María Alejandra. 2015.** Reporsitorio de Tesis USAT. *Reporsitorio de Tesis USAT*. [En línea] 05 de mayo de 2015. [Citado el: 10 de febrero de 2016.]  
<http://tesis.usat.edu.pe/jspui/handle/123456789/446>.

**Meza Gutarra, Felipe. 2015.** *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Huancayo : © Universidad Continental, 2015. Materia: INGENIERÍA INDUSTRIAL.

**Molina Mesías, Oscar Armando, Ramírez Benítez, Lauren y González, Eusebio. 2012.** Revistas Universidad Cooperativa de Colombia. *Revistas Universidad Cooperativa de Colombia*. [En línea] 15 de octubre de 2012. [Citado el: 10 de febrero de 2016.]  
<http://revistas.ucc.edu.co/index.php/me/article/view/110/111>.

**Montaño Obonaga, Juan Pablo y Rojas Atehortúa, Melssa. 2012.** Biblioteca Digital Universidad del Valle. *Biblioteca Digital Universidad del Valle*. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de Febrero de 2016.]  
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/handle/10893/5316>.

**Moras Sánchez, Constantino Gerardo, y otros. 2013.** Revista Virtual Pro Procesos Industriales. *Revista Virtual Pro Procesos Industriales*. [En línea] 01 de febrero de 2013. [Citado el: 01 de marzo de 2016.]  
<http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/aplicacion-de-la-simulacion-en-el-area-de-produccion-de-empaques-de-la-empresa-ehuico-s-a-de-c-v-para-el-incremento-de-su-productividad>.

**Ortega Mestanza, Ricardo Fernando y Vélchez Torres, Mylena Karen. 2012.** Repositorio Institucional - Universidad Privada del Norte. *Repositorio Institucional - Universidad Privada del Norte*. [En línea] 2012. [Citado el: 04 de febrero de 2016.] <http://repositorio.upn.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/11537/184/Ricardo%20Ortega%20y%20Mylena%20V%C3%ADlchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**Pérez, Montiel Gómez Clemente. 2014.** *Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso de Manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen*. Ingeniería Industrial, Universidad IberoAmericana . México, D.F (MX) : Tesis, 2014. pág. 2, Tesis de Maestro.

**Pineda Sánchez, Jeniffer y Cardenas Olivos, Jorge. 2013.** Universidad San Martín de Porres. *Universidad San Martín de Porres*. [En línea] 2013. [Citado el: 04 de Febrero de 2016.] [http://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20141\\_8.pdf](http://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20141_8.pdf).

**Quintero Perea, Jaime y Gonzáles Pabón, Julián Alberto. 2013.** Biblioteca Digital Universidad de San Buenaventura . *Biblioteca Digital Universidad de San Buenaventura* . [En línea] 2013. [Citado el: 11 de febrero de 2016.] <http://hdl.handle.net/10819/2108>.

**Quiquia, Gerardo William Mauricio. 2015.** *Mejoramiento Continuo en la Gestión del Ciclo de Acarreo de Camiones en Minería a Tajo Abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca*. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima - Perú (PE) : Tesis, 2015. Tesis de Maestro.

**Rincón Caicedo, Christian Raúl. 2011.** Repositorio Institucional UNISALLE-RIUS. *Repositorio Institucional UNISALLE-RIUS*. [En línea] 2011. <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/4032/T11.11%20R471p.pdf?sequence=1>.

**Ríos Vásquez , Nidia Josefina, Portugal Vásquez, Javier y Valenzuela Gonzáles, Elizabeth. 2012.** *Logística y Calidad I*. México : Instituto Tecnológico de Sonora, 2012. ISBN: 978-607-609-037-4.

**Ríos, José Iganacio Bonzi. 2016.** *Propuesta de Mejora de la Utilización Efectiva en Base a disponibilidad de la flota de Carguío y transporte en Minería los Pelambres.* Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas - Departamento de Ingeniería de Minas, Universidad de Chile. Santiago de Chile - Chile (CL) : Tesis, 2016. Tesis de Grado.

**Suárez Cabrera, Miguel Ángel. 2011.** *Gestión de Calidad - Modelos normalizados para la Gestión de Calidad.* Gran Canaria : s.n., 2011.

**Tumbay, Anthony Dennis Saldaña. 2013.** *“Productividad en el Ciclo de Carguío y Acarreo en el Tajo Chaquicocha bajo clima Severo – Minería Yanacocha”.* Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica. Lima - Perú (PE) : Tesis, 2013. Tesis de Grado.

**Vilca, Christian Yvan Soto y Yábar, Néstor Tarazona. 2016.** *Diseño, Validación e Implementación de una Aplicación de Acarreo en Minería Superficial.* Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú (PE) : Tesis, 2016. Tesis de Grado.



## ANEXOS

### **2.4 Entrevista a profundidad al supervisor de operaciones de Carguío y Acarreo de material en mina Hudbay**

Estimado colaborador el presente instrumento de investigación tiene como principal objetivo identificar los principales problemas y oportunidades de mejora que se podrían dar en el proceso de carguío y acarreo de material mineralizado, por lo que se solicita a Usted nos apoye con las respuestas que se han planteado para tal fin.

**Nombre completo:** Ing. Max Tuñoque Silva

**Cargo que ocupa:** Supervisor operaciones

**Años de servicio en la empresa:** 4.5 años

#### **1. ¿En relación a la operación de carguío y acarreo que problemas frecuentes son los que se presentan y porque?**

Los problemas más frecuentes que se presentan en las operaciones de carguío y acarreo son algunas pérdidas de tiempo en cuanto a que hay momentos en que la pala espera al camión o el camión espera a la pala; otro caso frecuente que se presenta son los derrumbes de material lo que imposibilita el acomodo correcto de los camiones y genera pérdida de tiempo para la pala ya que la mejor ubicación del camión debe de ser de tal manera que la tolva del camión quede debajo del cucharón en un ángulo de giro de 90 grados. Otro problema no tan frecuente es la demora en el abastecimiento de combustible o fallas en la pala o en camión esto genera que la disponibilidad de los equipos no sean de un 100% y bueno también tenemos los problemas ocasionados por la naturaleza por ejemplo cuando ocurren fuertes lluvias o tormentas esto ocasiona que los suelos se vuelvan más peligrosos debido al barro o granizo que cae.

**2. ¿Si quisiéramos utilizar una matriz de ponderación para determinar cuál es el principal problema que estaría afectando a la productividad de la operación, cuál cree que sería?**

Responda SI / NO según sea el caso:

Causas	Depende de operaciones	Requiere poca inversión su mejora	Impacta en los costos drásticamente	Total SI
	SI/NO	SI/NO	SI/NO	
Lodo por lluvias o tormentas	NO	SI	NO	1
<b>Tiempo muertos</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>3</b>
Ocurrencia de accidentes	NO	SI	NO	1
Fallas de maquinas	SI	NO	SI	2

Ahora asigne un peso y una puntuación según la siguiente escala:

Escala	Puntuación
ALTO	900
MEDIO	600
BAJO	300

Donde 900 estaría afectando fuertemente a la productividad, 600 mediamente y 300 casi nada.

Causas	Peso	Depende de operaciones	Requiere poca inversión su mejora	Impacta en los costos drásticamente	Total
Lodo por lluvias o tormentas	10%	300	300	900	150
<b>Tiempo muertos</b>	<b>40%</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>1080</b>
Ocurrencia de accidentes	20%	300	300	300	180
Fallas de maquinas	30%	600	900	900	720

- 3. ¿Según los resultados obtenidos en la tabla anterior podríamos afirmar que son los tiempos muertos los que estaría afectando drásticamente a la productividad de la operación de carguío y acarreo?, confirme con una respuesta SI o NO**

Respuesta: SI

- 4. ¿En segundo orden las fallas de máquinas?**

Respuesta: SI

- 5. ¿En tercer orden el lodo que se forma por las lluvias o tormentas?**

Respuesta: SI

- 6. ¿En cuarto orden la ocurrencia de accidentes?**

Respuesta: SI

- 7. ¿Qué medidas cree usted que se debería tomar para elevar el indicador de productividad?**

Creo que se debería realizar una planeación en cuanto a la asignación de camiones sugiero que debería ser dos ubicados uno a cada lada de la pala, sumándose a esta operación un tractor de apoyo que limpien cada vez que la zona de ubicación del camión sea obstaculizada por derrumbes o residuos que se forman por la naturaleza de la operación.

Muchas gracias por su colaboración.

## 2.5 Manual estandarizado de uso de Pala:

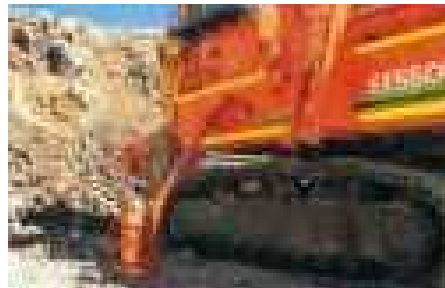
PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)	
<b>PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)</b> <b>MINA HUBBAY</b>	
<b>Tarea:</b>	<b>Inspección Del Equipo (Pre-uso).</b>
<b>Función:</b>	Realizar Operación de carguío y acarreo
<b>Cargo:</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento:</b>	MINA
<p><b>SA01 Realizar inspección de pre-uso</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se realizará luego de haber concluido el cambio de turno, cambiando la demora de CAMBIO DE TURNO a REVISION Y CHEQUEO.</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Inspección en la plataforma de servicio:</b> Inicie la Inspección en el compartimiento del aire acondicionado de la pala, extintores, niveles de fluidos, fugas, mangueras y cañerías, componentes, etc.</li> <li><b>Inspección en la cabina del operador:</b> Verificar en el panel monitor y tablero de conmutadores todas las luces indicadoras, niveles y temperaturas de los diferentes fluidos de acuerdo al manual de operación del equipo, mandos hidráulicos, aire acondicionado, asiento, sistema contra incendio, y además que todas las luces indicadoras estén funcionando.</li> <li>Tener presente que la inspección de pre-uso es una inspección visual de seguridad (Identificar condiciones peligrosas que podrían resultar en accidentes), no deberá llevar más de cinco minutos.</li> <li>Al terminar la inspección, anote en el cuaderno de bitácora todas las incidencias y problemas encontrados.</li> <li>De ser necesario tomar la acción respectiva de acuerdo a la "Guía de Detención de Equipos".</li> <li>Si se tiene alguna observación importante deberá anotarlo en forma clara y específica en la parte baja de la hoja del reporte (cuaderno de bitácora).</li> <li>Después de llenado el pre-uso (cuaderno de bitácora) conserve la primera copia (copia operador) en su archivo personal, la segunda copia (copia de mantenimiento) deberá ser entregada en la formula 1 al supervisor de mantenimiento</li> </ol>	

## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Subida y Bajada del Equipo – Arranque del Motor.</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de carguío y acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departame</b>	MINA

### SB01 Subida y bajada del equipo

1. Estacionar el equipo en zonas donde la escalera coincida con un piso seguro y que la estructura giratoria se encuentre paralelo a las orugas.
2. Subir y bajar del equipo solo por donde exista escaleras y peldaños.
3. Utilizar siempre los tres puntos de apoyo y todos los peldaños, manteniendo siempre las manos libres de objetos.
4. El operador debe utilizar el Power Step (Canastilla electro – hidráulica), cuando necesite subir o bajar objetos o herramientas.
5. Use una mochila con correa colgada para subir o bajar cosas cuando baje o suba del equipo; mantener siempre las manos libres de objetos.
6. Limpie las escaleras, plataformas, gradas y pasamanos para asegurar un ascenso o descenso seguro.



### SB02 Arranque del motor

1. Verificar que la palanca de cierre de válvulas auxiliares de control hidráulico se encuentre bloqueado y los controles de velocidad del motor se encuentre en baja (LOW).
2. Verificar que el interruptor(es) de parada de emergencia se encuentre en OFF.
3. Tocar un claxon largo, girar la llave de contacto a la posición de arranque (START).
4. Si el motor no arranca en 15 segundos, intentar nuevamente después de 2 a 3 minutos.
5. Si el equipo estuvo apagado por más de 4 horas, calentar el motor y los sistemas hidráulicos por espacio de 5 minutos.

## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Desplazamiento preparación y ubicación en el frente</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de carguío y acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SC01 Desplazamiento de la pala

1. Antes de iniciar el movimiento del frente de minado primero, el operador debe verificar que los motores propulsores de avance estén en la parte posterior de la cabina.
2. Para desplazarse en terreno horizontal, retraer completamente el aguilón y el brazo.
3. Luego girar 90° hacia el lado izquierdo del equipo, observar la parte posterior, regresar en el giro, retroceder unos 5m. del frente y luego girar la estructura superior 180°.
4. Para virar las orugas de la pala el ángulo no debe ser mayor a 20°.
5. Luego continuar retirándose del frente hasta alcanzar una distancia mínima de 1.5 veces la altura del banco (aproximadamente 18m.) manteniendo finalmente las orugas perpendiculares al frente del talud.
6. Para desplazarse en terrenos con pendiente positiva, mantener el cucharón a una altura entre 0.5 a 1.0m. del piso, con el brazo semi-extendido tratando de trasladar el peso hacia delante y no perder visibilidad y la velocidad debe estar en lenta.
7. Para desplazarse en terrenos con pendiente negativa, mantener el cucharón a una altura entre 0.5 a 1.0m. del piso, con el brazo retraído, tratando de trasladar el peso hacia el centro y la velocidad debe estar en lenta.
8. Cuando los desplazamientos son mayores a 500m. coordinar con mantenimiento para la inspección del tren de rodamiento.
9. En caso las orugas se queden atascadas por material blando, girar la estructura superior para que el cucharón quede perpendicular a las orugas, colocar la parte redonda del cucharón en el piso con el brazo en posición vertical para luego levantar una de las orugas del piso y hacer rotar hacia delante y hacia atrás hasta que la oruga quede liberada de material.
10. Tomar en cuenta la comunicación de los puntos SH 02

### SC02 Girar la pala

1. Durante el turno, el Operador realizará obligatoriamente 7 giros completos de 360°, de la estructura superior y siempre en sentido anti horario.
2. Antes de realizar los giros de la estructura superior el Operador cumplirá con el paso #3 del PSTSC01.

El operador debe aprovechar para realizar estos giros los desplazamientos como: cambio de frente, fórmula 1, traslados operativos, voladura.



### SC03 Preparación del frente de carguío y ubicación del equipo

1. Cuando el piso sea inestable excavar 1 m. por debajo del nivel del piso, de tal manera de eliminar el material malo y poder reemplazarlo con material bueno.
2. En el caso de presentar rocas o material regados en el piso, coordinar su limpieza, evitar limpiar el piso con la base del cucharón girando la estructura superior.
3. Acercarse al frente posicionando las orugas en forma perpendicular a éste. Ver figura.

## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Modalidad de Llenado y Presentación del Cucharón.</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de carguío y acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SD01 Llenar el cucharón completamente

1. Aplicar la presión adecuada del cucharón con el frente.
2. Mover el cucharón, el brazo y el boom hasta lograr llenar el cucharón completamente.



### SD02 Presentación del cucharón

1. Presentar adecuadamente la cuchara para poder lograr el cuadrado correcto del camión.
2. No contraer ni estirar demasiado el brazo del equipo, de tal manera de optimizar el tiempo de carguío y el centrado de la carga, ver figura adjunta.



## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Secuencia de Excavación en el Frente.</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de carguío y acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SE01 Secuencia de Minado

1. Todo frente minado tiene dos (2) zonas imaginarias, desde el centro vertical del frente (izquierda y derecha). claramente definidas según se indica en la figura siguiente:



2. El minado debe iniciarse siempre a 3 metros de altura, empezando por la zona uno (1) ó la zona dos (2), según se encuentre cuadrado el primer camión para ser cargado.
3. La secuencia de minado en cada una de las zonas deberá seguir los siguientes pasos:
  - a. En el primer pase deberá llenarse el cucharón desde la esquina de la tolva del camión.
  - b. En el segundo pase deberá llenarse el cucharón haciendo un traslape de medio cucharón, con relación al pase anterior, siempre avanzando hacia el eje imaginario del frente de minado.
  - c. Una vez que se llega al eje imaginario del banco, regresar hacia la tolva del camión llenando el cucharón, en el



4. Luego de realizar el carguío en el frente tanto de las zonas 1 y 2, entonces deberá continuarse el carguío del material excedente del piso (limpieza).
5. El Operador debe retroceder la pala 2 m. como máximo, asegurándose siempre de tener un solo camión cargando en el lado izquierdo ó en el lado derecho.
6. Una vez realizado el paso anterior, el operador avanzará la pala para reiniciar la secuencia de minado



## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Secuencia de Excavación en el Frente.</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SE02 Limpiar colas de material

1. Después que sale un camión se deberá verificar la presencia de colas de material,
2. De existir material en lado posterior del último camión despachado el primer pase será la limpieza de dicho material, con el propósito de ampliar el frente lateralmente y aliviar el trabajo del equipo de limpieza de tal forma que el camión siguiente pueda cuadrarse correctamente.



3. En general se deberán cargar de puntos más cercanos de la tolva del camión (minimizando el ángulo de giro).
4. Voltear y bajar el cucharón mientras se regresa el implemento hacia el frente de carguío.

## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Carguío de Camiones</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SF01 Centrar las cargas en los camiones

1. Cargar los camiones ingresando el cucharón por la parte posterior de la tolva, tanto por la izquierda o derecha.
2. El primer pase debe efectuarse con el material más fino posible y ser colocado en el centro y la parte más baja de la tolva de manera suave, para evitar la calda directa de grandes rocas que puedan golpear y ocasionar daños al camión y al operador.
3. Las pasadas sucesivas deberán ser dirigidas hacia el centro de la tolva, verificando que el material quede centrado finalmente en la tolva, tanto longitudinalmente como transversalmente.



### SF02 Cargar el Tonelaje Correcto (Payload)

1. Los tonelajes y rangos correctos dependen de la zona de operación (Yanacocha o La Quinua) y son los siguientes (Tarjeta PAYLOAD):
2. En el caso de que una carga esté por encima del valor que se muestra en la tabla como sobrecargado, comunicar a Dispatch y luego esta se deberá descargar en el mismo tajo previa coordinación con el operador de pala.
3. En condiciones normales el número de pasadas y tiempos deben ser las siguientes:
  - Camión 785: de 3 a 4 pases ( $\leq 2$ min)
  - Camión 793: de 5 a 6 pases ( $\leq 3$ min)
  - Tener en cuenta que cada pase no debe tomar más de 30 segundos.
4. Despachar los camiones cuando se encuentre girando para depositar el último pase.
5. En el último pase antes de depositar la carga el operador debe Despachar el camión y verificar el tonelaje que aparecerá en la pantalla.
6. Mantener comunicación con el operador de camión para verificar el estado de la balanza.
7. Comunicar al operador de camión cuando haya material pegado en la tolva, para que coordine la limpieza.



## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Carguío de Camiones</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SF03 Tiempo por pase y presentación del cucharón

1. Presentar adecuadamente la cuchara para lograr el cuadrado correcto del camión
2. Cada pase de cuchara de la pala no debe tomar más de 30 segundos.



### SF04 Carguío en Rampas

1. En carguío en rampas (zambullidas) siempre se deberán orientar las orugas en el sentido de la máxima pendiente.
2. Mantener la gradiente de diseño con información topográfica y/o sistema de alta precisión. (HPGPS)
3. En caso de frentes reducidos en zambullidas el operador de pala cargará por un solo lado informando a la supervisión y a la operación.
4. Cuando se tenga que estacionar la pala en una rampa o pendiente, realizarlo con el cucharón hacia la parte baja de la rampa y si se estaciona por disparo que la cabina quede en sentido contrario al disparo.

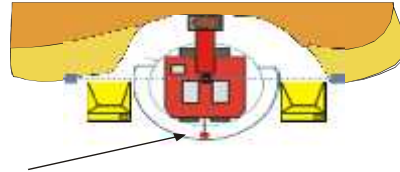
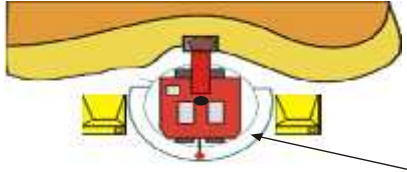


## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

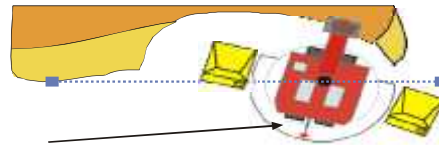
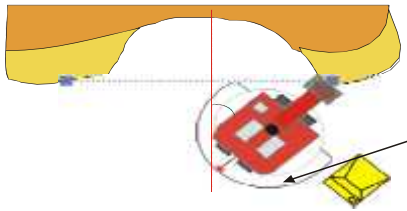
<b>Tarea</b>	<b>Avance Máximo de Excavación y Frente de Carguío</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SG01 Avance máximo de excavación

1. La excavación de la pala será de frente hasta el punto que aproximadamente el eje de giro de la pala coincida con el pie del talud del banco que se está minando.



2. Luego la pala se retirará del frente y se ubicará ya sea en lado izquierdo o derecho del frente antes minado tal como se muestra en la fig. anterior (tomar en cuenta ángulo)
3. Antes de reubicar la pala, el operador estabilizará los taludes, para evitar caída de materiales en el cuadrado de los equipos



4. El paso 2 se seguirá repitiendo en el avance del minado, cada vez que el eje de giro coincida con el perfil del talud, se deberá reubicar la pala de la misma forma que en los pasos anteriores, de tal manera de llevar un frente de minado en forma ordenada.
5. Durante las pasadas la pala no deberá girar más de 90° excepto en la limpieza de cola.



## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Avance Máximo de Excavación y Frente de Carguío Ordenado.</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SG02 Mantener altura de banco y distancia a zonas cargadas en el frente de carguío

1. No cargar en un frente que tenga más de la altura estándar de un banco (12 metros mas esponjamiento). Comunicar al supervisor inmediato, para la corrección de esta condición en caso se presentase.



2. En frentes donde se tenga bolonería en la cresta se deberá comunicar al supervisor inmediato y éstos deberán ser cortados por tractor hasta tener 12 metros de altura de banco.
3. Durante el minado el operador deberá estar atento a la presencia de señales que adviertan ZONAS CARGADAS O PERFORADAS, las cuales deberán estar señalizadas con estacas de intangibles marcadas por Planeamiento (Topografía) y además con estacas y cintas de peligro y letreros cada 50 metros colocadas por Perforación y Voladura, a SEIS METROS (06) de distancia del taladro perforado o cargado.
4. El operador de la pala deberá evitar en todo momento en el minado la caída de las estacas señalización colocada por Perforación y Voladura y Planeamiento, indicadas en el punto anterior.
5. Trabajar en coordinación con el operador de equipo de limpieza para lograr una pared ordenada, libre de piedras sueltas en la parte inferior.

### SG03 Llevar pisos adecuados

1. El carguío se debe efectuar llevando el piso horizontal de acuerdo a diseño que se verificará en el sistema de alta precisión y las estacas de piso.
2. En los casos que por factores externos no se pueda llevar un adecuado piso se deberá coordinar con el supervisor inmediato un tractor de orugas, para lo cual se deberá trasladar la pala a un frente alternativo.



## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Avance Máximo de Excavación y Frente de Carguío Ordenado</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

### SG04 Operación de carguío en piso inestable

1. Al ingresar a un frente de minado con piso inestable, el operador de la pala debe asegurarse que previamente se haya lastrado todo el frente con material adecuado.



2. La excavación de la pala será de frente hasta el punto que las orugas lleguen al filo de la zona lastrada, nunca deberán sobrepasar esta zona lastrada.

**Área de  
Sobre-  
Excavación  
para lastre**



3. La zona minada descrita anteriormente deberá tener una sobre excavación de aproximadamente 1m, dependiendo de la calidad del material minado, la cual deberá ser lastrada o rellena con material adecuado.

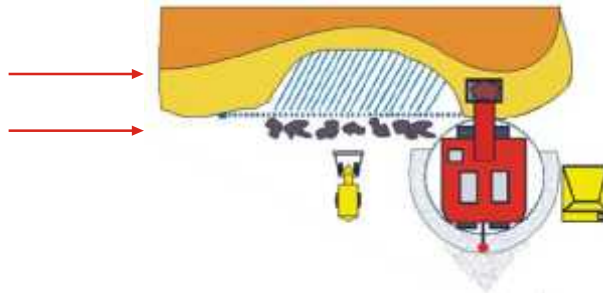


**Sobre- Excavación**

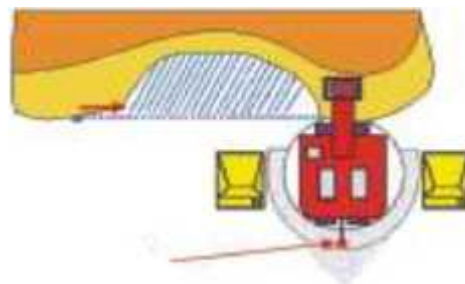
## PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST)

<b>Tarea</b>	<b>Avance Máximo de Excavación y Frente de Carguío Ordenado</b>
<b>Función</b>	Realizar Operación de Carguío y Acarreo
<b>Cargo</b>	Operador de Pala.
<b>Departamento</b>	MINA

4. Luego la pala se retirará del frente y se ubicará ya sea en lado izquierdo o derecho del frente antes minado (tal como se muestra en la fig. (tomar en cuenta ángulo))



5. Una vez ubicada la pala en la nueva zona, el lado que quede con la sobre excavación, el operador de la pala solicitará material para rellenar en coordinación con el tractor de ruedas.  
 3. Mientras dure esta reparación por la sobre excavación el operador de la pala solo cargará por un solo lado (lado opuesto al del relleno).  
 7. Cuando ya este relleno la pala podrá realizar su carguío normal, es decir por ambos lados.



8. Estos pasos anteriores se repetirán en forma secuencial en todo el proceso del minado  
 9. El llenado del cucharón debe ser antes que la pluma y el brazo lleguen a su máxima extensión. No se debe permitir mayor palanca al momento de llenar el cucharón.  
 10. Se debe verificar constantemente que las orugas del equipo nunca se hundan, siempre deben estar trabajando sobre un piso estable.  
 11. Si a pesar de haber lastrado lo requerido, se hunden las orugas retirarse del área, es obligación del operador de pala comunicar sobre la condición del piso al supervisor de tajo.  
 12. El operador de pala si nota un enfangamiento debe detener el equipo posicionar correctamente los implementos en el piso y verificar el estado del mismo desde el piso (no mover el equipo).



## 2.6 Diagrama de Proceso de Análisis de la empresa Minera Hudbay

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO												
EMPRESA:				HUBBAY								
DEPARTAMENTO/ÁREA				MINA								
RESUMEN												
Actividad	Met. Actual	Met. Mejorado	Diferencia	Observador:								
Operación												
Inspección				Fecha:								
Transporte				Método:			Actual	x				
Demora							Mejorado					
Almacenaje				Tipo:			Operario					
Combinación							Material	x				
Total							Máquina					
Nº	DESCRIPCIÓN			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dist. (m)	Observ.
1	Pre-uso											
2	Compartimiento del aire acondicionado											
3	Panel monitor y tablero de conmutadores											
4	Anotar incidencias y problemas											
5	Entregar copia de mantenimiento											
6	Estacionar el equipo											
7	Limpiar las escaleras, gradas y pasamanos											
8	Subir y bajar el equipo											
9	Plancha de cierre de válvula se encuentre bloqueada											
10	Control de velocidad del motor											
11	Interruptor de parada de emergencia											
12	Tocar un claxon largo											
13	Girar la llave de contacto											
14	(Si estuvo apagado por más de 4 h) Calentar el motor y los sistemas hidráulicos											
15	Motores propulsores de evance estén en la parte posterior de la cabina.											
16	Retraer el aguilón y el brazo.											
17	Retroceder unos 5m del frente.											
18	Girar la estructura superior 180°.											
19	Continuar retirándose del frente hasta alcanzar una distancia mínima.											
20	Cuando ( desplazamientos > 500m) coordinar con mantenimiento											



21	(Orugas se queden atascadas) girar la estructura superior	●							
22	Realizar 7 giros de 360°	●							
23	Retroceder unos 5m del frente.	●							
24	Retroceder unos 5m del frente.	●							
25	(Cuando piso sea inestable) Excavar un 1m	●							
26	(presente materiales regados en el piso) Coordinar limpieza	●							
27	Posicionar las orugas en forma perpendicular	●							
28	Aplicar presión adecuada	●							
29	Mover el cucharón, brazo y el boom	●							
30	Presentar adecuadamente la cuchara	●							
31	Llenar el cucharón desde la esquina de la tolva del camión	●							
32	Hacer traslape de medio cucharón	●							
33	Regresar hacia la tolva de camión llenando el cucharón	●							
34	Continuar carguío del material excedente del piso	●							
35	Retroceder la pala a 2m	●							
36	Avanzar la pala para reiniciar la secuencia de minado	●							
37	Presencia de colas de material.	●							
38	(De existir material al lado posterior del último camión despachado) limpieza respectiva	●							
39	Voltear y bajar el cucharón	●							
40	Cargar los camiones ingresando el cucharón	●							
41	Verificar que el material quede centrado en la tolva	●							
42	Coordinar con el operador	●							
43	Descargar	●							
44	Despachar los camiones	●							
45	Verificar tonelaje	●							
46	Comunicarse con el operador	●							
47	(Cuando haya material pegado en la tolva) coordinar la limpieza	●							
48	Presentar adecuadamente la cuchara	●							
49	(Carguío en rampas) Orientar las orugas	●							
50	Mantener la gradiente de diseño con información topográfica	●							
51	(Frentes reducidos en zambullidas) Cargar por un solo lado informando a la supervisión	●							
52	Estacionar pala en una rampa	●							
53	Excavación de la pala	●							
54	Retirar la pala	●							
55	Ubicar la pala al lado izq. O derecho.	●							
56	Comunicar corrección al supervisor (En caso de 12 m más esponjamiento)	●							

57	(Donde Se tenga bolonería en la cresta) comunicar al supervisor inmediato.	●							
58	Cortar 12 m de altura de banco.	●	—	●					
59	Atención a presencia de señales que adquieran zonas cargadas.			●	—				
60	Evitar en el minado la caída de las estacas			●	—				
61	Coordinar con el operador del equipo de limpieza	●	—	●					
62	Efectuar el carguío	●	—	●					
63	Coordinar con el supervisor inmediato ( en caso de factores externos)	●	—	●					
64	Asegurarse que el lastrado este frente con el material adecuado			●	—				
65	Retirar la pala del frente	●	—	●					
66	Ubicar al lado izq. O derch del frente antes minado	●	—	●					
67	Solicitar materia para rellenar	●	—	●					
68	Cargar al lado opuesto al del relleno	●	—	●					
69	Posicionar correctamente los implementos en el piso verificar estado desde el mismo.	●	—	●					
70	Notificar a mantenimiento, entrenamiento y prevención de pérdidas.	●	—	●					
71	Evaluar la zona de desplazamiento de a pala			●	—	●			
72	Acondicionar la pala	●	—	●					
73	Verificar la altura y estabilidad			●	—	●			
74	Levantar una a una las orugas ( Si la pala se encuentra muy enfangada)	●	—	●					
75	Evaluar el estado actual general del equipo			●	—	●			
76	Mantener comunicación radial	●	—	●					
77	Ingresar su código	●	—	●					
78	Presionar el ID de la pala	●	—	●					
79	Seleccionar el lado que se desea limpiar	●	—	●					
80	Indicar si la pala recibió o no el mensaje enviado	●	—	●					
81	Presionar botón ok	●	—	●					
82	Poner estado producción	●	—	●					
83	Poner estado Demora	●	—	●					
84	Coordinar con el despachador	●	—	●					
85	Poner estado demora traslado operativo	●	—	●					
86	(Traslado mayor a 5min) Avisar al despachador	●	—	●	—	●			
87	Esperar Confirmación				—	●			
88	Poner estado demora cambio de operador	●	—	●					
89	Reportar radialmente	●	—	●	—	●			
90	Esperar				—	●			
91	Retroceder a 1.5 veces de altura	●	—	●					
92	Comunicar eventos ocurridos	●	—	●					
93	(Inicio de guardia) Informar a dispatch	●	—	●					
94	Ingresar su demora y avisar	●	—	●					

95	Retroceder 1.5 veces la altura		●							
96	Colocar cucharón al piso		●							
97	Bajar la RPM del motor		●							
98	Trabar los implementos		●							
99	Ingresar demora		●							
100	Avisar radialmente		●							
101	Bajar el fast fill verificando la luz de aviso	●								
102	Poner la llave		●							
103	Entregar copia de pre-uso		●							
104	Inspeccionar el equipo			●						
105	Verificar fast fill			●						
106	Reportar a mantenimiento		●							
107	Asegurarse de que no haya equipo			●						
108	Activar el interruptor ( si se detecta un amago de encendido)		●							
109	Salir de la cabina		●							
110	Colocar gancho		●							
111	Dejar caer el carrete		●							
112	Abrocharse el cinturón de seguridad		●							
113	Soltar las dos cuerdas		●							
114	Quitar cinturón de seguridad		●							
115	Escapar a un lugar seguro		●							
116	Comunicar al operador		●							
117	Esperar a una distancia segura		●							
118	Colocar su demora cambio de turno		●							
119	Avisar que no ingresen a cargar		●							
120	Permanecer a una distancia								●	
121	Retroceder		●							
122	Descender		●							
123	Colocar de forma perpendicular		●							
124	Bajar RPM		●							
125	Activar la palanca de traba		●							
126	Inspección desde el piso		●							
127	Comunicar al operador entrante sobre eventos ocurridos		●							
128	Ingreso del operador a la cabina		●							
129	Ingresar su código		●							
130	Colocar la función estado operativo producción		●							
Total		2	104	19	2	3	0			

**Entrevista a profundidad al supervisor de operaciones de carguo y acarreo de material mineralizado en la Mina Hudbay Cusco 2017**

Estimado colaborador el presente instrumento de investigación tiene como principal objetivo identificar los principales problemas y oportunidades de mejora que se podrían dar en el proceso de carguo y acarreo de material mineralizado, por lo que se solicita a Usted nos apoye con las respuestas que se han planteado para tal fin.

Nombre completo:

Cargo que ocupa:

Años de servicio en la empresa:

1. ¿Podría detallar como se realiza la operación de carguo y acarreo?
2. ¿En la operación de carguo y acarreo que problemas se presentan con frecuencia?
3. ¿Por qué cree que se presentan dichos problemas?
4. ¿Si quisiéramos darle un orden de prioridad cual crea que sea el principal problema, luego el secundario, luego el terciario y así sucesivamente?
5. ¿Considera que la productividad de la operación de carguo y acarreo es óptima?
6. ¿Qué cree que estaría afectando a la productividad de la operación de carguo y acarreo?
7. ¿Qué medidas cree usted que se debería tomar para elevar el indicador de productividad?

Muchas gracias por su colaboración.

  
JOSÉ RAMIRO SUREDO YEP  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 126498

**Entrevista a profundidad al Supervisor de Guardia de Carguío y Acarreo de material mineralizado en la Mina Hudbay Cusco 2017**

Estimado colaborador el presente instrumento de investigación tiene como principal objetivo indicar los principales problemas y oportunidades de mejora que se podrían dar en el proceso de carguío y acarreo de material mineralizado, por lo que se solicita a usted nos apoye con las respuestas que se han planteado para tal fin.

**Nombre completo:** Edu Salcedo Orihuela

**Cargo que ocupa:** Supervisor de Guardia

**Años de servicio en la empresa:**

1. **¿Podría detallar como se realiza la operación de carguío y acarreo?**  
Se realiza mediante los camiones CAT, Hitachi de 240 toneladas y Palas Hidráulicas Hitachi.
2. **¿En la operación de carguío y acarreo que problemas se presentan con frecuencia?**  
El principal problema que se presenta es en la cuadrada de las palas gigantes.
3. **¿Por qué cree que se presentan dichos problemas?**  
Por la limpieza de rocas en toda la zona de carguío.
4. **¿Si quisiéramos darle un orden de prioridad cual crea que sea el principal problema, luego el secundario, luego el terciario y así sucesivamente?**  
El principal problema sería la limpieza de las rocas, en segundo lugar estaría el perfilado de los camiones gigantes al cuadrarse y en tercer lugar no hay un ciclo correcto de camiones a la pala.
5. **¿Considera que la productividad de la operación de carguío y acarreo es óptima?**  
No
6. **¿Qué cree que estaría afectando a la productividad de la operación de carguío y acarreo?**  
Principalmente las demoras por espera.
7. **¿Qué medidas cree usted que se debería tomar para elevar el indicador de productividad?**  
Principalmente sería la de minimizar las demoras.

Muchas gracias por su colaboración.



**Edu Salcedo Orihuela**

**Ingeniero de Minas**

**Entrevista a profundidad al Supervisor General de Guardia de Carguío y Acarreo de material mineralizado en la Mina Hudbay Cusco 2017**

Estimado colaborador el presente instrumento de investigación tiene como principal objetivo indicar los principales problemas y oportunidades de mejora que se podrían dar en el proceso de carguío y acarreo de material mineralizado, por lo que se solicita a usted nos apoye con las respuestas que se han planteado para tal fin.

**Nombre completo:** Ángel Rivera Berrú.

**Cargo que ocupa:** Supervisor General de Guardia

**Años de servicio en la empresa:**

1. **¿Podría detallar como se realiza la operación de carguío y acarreo?**  
Primeramente llega la Pala Hitachi y se estaciona, luego por orden llegan los Camiones Gigantes de 240 toneladas y se cuadran para ser cargados y posteriormente éstos trasladan el material.
2. **¿En la operación de carguío y acarreo que problemas se presentan con frecuencia?**  
El problema principal en ésta operación es la demora en el estacionamiento de las Palas Gigantes.
3. **¿Por qué cree que se presentan dichos problemas?**  
Porque durante el traslado de la Pala Hitachi hacia su punto de trabajo, ésta se encuentra con muchos obstáculos, principalmente con rocas gigantes en toda la zona de carguío.
4. **¿Si quisiéramos darle un orden de prioridad cual crea que sea el principal problema, luego el secundario, luego el terciario y así sucesivamente?**
  - Primero: limpieza de las rocas.
  - Segundo: perfilado de los camiones gigantes al cuadrarse.
  - Tercero: no hay un ciclo correcto de camiones hacia la pala.
5. **¿Considera que la productividad de la operación de carguío y acarreo es óptima?**  
Me parece que no es óptima.
6. **¿Qué cree que estaría afectando a la productividad de la operación de carguío y acarreo?**  
Lo que afectaría principalmente sería la demora por espera de los camiones.
7. **¿Qué medidas cree usted que se debería tomar para elevar el indicador de productividad?**  
Acelerar el acarreo del material de los camiones.

Muchas gracias por su colaboración.



Ángel Rivera Berrú

Ingeniero de Minas

Estimado colaborador el presente instrumento de investigación tiene como principal objetivo indicar los principales problemas y oportunidades de mejora que se podrían dar en el proceso de carguío y acarreo de material mineralizado, por lo que se solicita a usted nos apoye con las respuestas que se han planteado para tal fin.

**Nombre completo:** Elio Salcedo

**Cargo que ocupa:** Jefe de Guardia

**Años de servicio en la empresa:**

1. **¿Podría detallar como se realiza la operación de carguío y acarreo?**  
Primero la Pala Hitachi llega y se traslada a su punto de trabajo, una vez lista llegan los Camiones Gigantes y se estacionan para ser cargados con el material, posteriormente éstos acarrear el material hacia la chancadora.
2. **¿En la operación de carguío y acarreo que problemas se presentan con frecuencia?**  
Principalmente sería el estacionamiento de los camiones para ser cargados.
3. **¿Por qué cree que se presentan dichos problemas?**  
Porque los equipos se demoran limpiando toda la zona de carga.
4. **¿Si quisiéramos darle un orden de prioridad cual cree que sea el principal problema, luego el secundario, luego el terciario y así sucesivamente?**  
Primeramente sería la limpieza de rocas gigantes, seguido de esto estaría el perfilado de camiones y por ultimo estaría que no hay un orden correcto de los camiones al estacionarse para ser cargados.
5. **¿Considera que la productividad de la operación de carguío y acarreo es óptima?**  
No es óptima.
6. **¿Qué cree que estaría afectando a la productividad de la operación de carguío y acarreo?**  
Las demoras por espera de los camiones.
7. **¿Qué medidas cree usted que se debería tomar para elevar el indicador de productividad?**  
Minimizar las demoras que tienen los camiones para ser cargados.

Muchas gracias por su colaboración.



Elio Salcedo

Ingeniero de Minas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz**, docente de la Facultad de Ingenierías y Escuela Profesional de Industrial de la Universidad César Vallejo, Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada: **"MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO OPERATIVO DE CARGUIO Y ACARREO DE MATERIAL PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, MINERA HUBBAY - CUSCO 2017"**, del estudiante: **CARLOS ALBERTO ALVA RODRÍGUEZ**.

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 17 de octubre de 2019.

FIRMA

Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz  
DNI: 40546515





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 07  
Fecha : 31-03-2017  
Página : 1 de 1

Yo CARLOS ALBERTO ALVA RODRÍGUEZ.....identificado (a)  
con DNI N° 26714783 egresado (a) de la Escuela de  
INGENIERIA INDUSTRIAL de la Universidad César Vallejo,  
autorizo  No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública  
de mi trabajo de investigación titulado:  
"MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO OPERATIVO DE CARGUO Y  
ACARREO DE MATERIAL PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD MINERA  
HUBBAY - CUSCO 2017"  
en el Repositorio Institucional de la UCV  
(<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el  
Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.  
33.

Fundamentación en caso de no autorización:

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

  
FIRMA

DNI: 26714783

FECHA: 18-10-2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. DE INGENIERIA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CARLOS ALBERTO ALVA RODRIGUEZ.

INFORME TITULADO:

"MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO OPERATIVO DE CARGUIO Y ACARREO DE MATERIAL PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, MINERA HUBBAY - CUZCO 2017"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 04 DE ABRIL DE 2019

NOTA O MENCIÓN: MAYORIA



[Firma manuscrita]  
FIRMA DEL COORDINADOR DE ESCUELA