



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**Optimización del carguío y acarreo para incrementar la
producción de las illitas en el Tajo Linda de minera Sulluscocha –
Cañete**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Davila Acosta, Jhon Daniel (orcid.org/0000-0001-6302-2977)

Herrera Quevedo, Luz Fiorella Nahelly (orcid.org/0000-0002-7117-8450)

ASESOR:

Dr. Martell Espinoza, Beder Erasmo (orcid.org/0000-0002-4169-9212)

CO - ASESORA:

Dra. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (orcid.org/0000-0002-1144-2037)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Perforación y Voladura de Rocas

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico de manera especial a mi madre Elvira Acosta Silva, el principal motor de mi vida, a mis dos hermanos Jazmín Davila Acosta y Jean Davila Acosta quienes estuvieron conmigo en los momentos más difíciles, a mi abuela Virginia Silva Silva y finalmente a mis tías María Isabel y Lucy Acosta Silva por cuidarme desde pequeño.

En memoria de mi padre Marcial Acosta Piscocoya, que estuvo siempre conmigo, guiándome por un buen camino y su arduo trabajo, amor incondicional y por sus consejos. Un abrazo y un beso hasta el cielo, cuídame siempre.

Jhon Davila Acosta

A mi padre celestial quien ha sido mi guía y fortaleza en mi camino. A mi madre Sofia Flor Quevedo Vilela quien con su amor, confianza y comprensión en mi persona me impulso para seguir adelante en cada una de las adversidades que se presentaron en el camino. A mis hermanos quienes siempre que les necesite estuvieron apoyándome de diferentes maneras.

Fiorella Herrera Quevedo

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la vida y la salud, a la vez por haberme guiado por un buen camino. En segundo a mi familia, especialmente a mis Padres y a mis Hermanos por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional para seguir adelante. Por último, agradecer a mis maestros en especial al Dr. Martell Espinoza, Beder Erasmo, Ing. Castro Zavaleta Liliana y al Dr. Arango Retamozo Solio por brindarme todo su conocimiento y apoyo incondicional para lograr este objetivo.

Jhon Davila Acosta

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la vida y la salud.

Quiero expresar mi gratitud también a nuestros grandes maestros y amigos, Liliana Castro Zavaleta - Solio Arango Retamozo, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional y persona, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Fiorella Herrera Quevedo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2 Variables y operalización.....	17
3.3 Población, muestra y muestreo.....	18
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Método de análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1. Cálculo de reservas probadas.....	23
4.1.1 Producción actual.....	23
4.1.2 Vida útil del Tajo linda.....	24
4.2 Diagnóstico del desarrollo de las operaciones de carguío y acarreo.....	24
4.2.1 Método de explotación.....	24
4.2.1.1 Actividades principales en el Tajo Linda.....	25
4.2.1.2 Maquinaria actual en el Tajo Linda.....	26
4.2.1.3. Condiciones de la vía en el Tajo Linda.....	29
4.2.2 Problemas identificados en el carguío y acarreo.....	29
4.3 Cálculo de los tiempos muertos identificados en el Tajo Linda.....	33
4.3.1. Tiempos muertos al inicio de la jornada laboral:.....	33
4.3.2. Cálculo de tiempos muertos en el ciclo de acarreo:.....	34
4.4 Optimización de los tiempos muertos.....	42
4.4.1 Optimización de tiempos muertos en el inicio de jornada.....	43
4.4.2 Optimización de tiempos muertos en el punto de acarreo.....	43
4.5. Incremento de la producción de Illitas de 200 Tn a 400 Tn/día.....	60
4.5.1 Análisis de la producción actual en el Tajo Linda.....	61
4.5.2 Análisis de la producción optimizando los tiempos muertos.....	64

4.5.3 Incremento de la producción de illitas en el Tajo Linda.....	66
4.5.3.1 Análisis de producción de 200 Tn/día a 400 Tn/día.....	67
4.5.4 Comparación de la producción antes y después de la optimización.....	74
V. DISCUSIÓN.....	75
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS.....	90

Índice de tablas

Tabla 1. Cálculo de reservas probadas	23
Tabla 2. Vida útil del Tajo Linda	24
Tabla 3. Tiempos reales obtenidos de acarreo en campo.....	25
Tabla 4. Tiempos reales obtenidos de carguío en campo.....	27
Tabla 5. Condiciones de las vías del Tajo Linda.....	29
Tabla 6. Toma de tiempos en el turno mañana (minutos).....	30
Tabla 7. Tramo con pendiente pronuncia.....	31
Tabla 8. Tiempos muertos al inicio de la jornada laboral	33
Tabla 9. Resumen del tiempo en el ciclo de acarreo.....	39
Tabla 10. Tiempo muerto por día en el ciclo de acarreo	41
Tabla 11. Resumen de tiempos muertos por día	41
Tabla 12. Corte y relleno respecto al área, ancho y volumen	44
Tabla 13. Relación de costo, volumen y tiempo del corte y relleno.....	46
Tabla 14. Costos de corte del material	47
Tabla 15. Costos de relleno del material	48
Tabla 16. Costos de relleno faltante	49
Tabla 17. Equipos para realizar el lastrado	50
Tabla 18. Especificaciones del lastrado	51
Tabla 19. Resumen del tiempo en el ciclo de acarreo optimizado.....	55
Tabla 20. Tiempo optimizado en la excavadora.....	56
Tabla 21. Tiempo optimizado en el ciclo del volquete cargado.....	56
Tabla 22. Tiempo optimizado de viaje volquete vacío	57
Tabla 23. Tiempo optimizado modificando la vía.....	58
Tabla 24. Resumen del tiempo optimizado	59
Tabla 25. Ciclo de la excavadora para corte	61
Tabla 26. Ciclo de cargador frontal para carguío	62
Tabla 27. Incremento de toneladas de arcilla illitas	66
Tabla 28. Costos antes y después de la optimización.....	69
Tabla 29. Costos de mano de obra.....	72
Tabla 30. Costos de implementos y repuestos	72

Índice de gráficos y cuadros

Gráfico 1. Pendiente de cada tramo de la vía actual	34
Gráfico 2. Resumen del tiempo muerto por día.....	42
Gráfico 3. Pendiente de cada tramo de la vía optimizada	43
Gráfico 4. Incremento de la producción en el Tajo Linda.....	67
Gráfico 5. Pérdidas y ganancias.....	68
Gráfico 6. Optimización de costos actuales y optimizados	70
Cuadro 1. Equipos en el Tajo Linda	26
Cuadro 2. Ciclo de acarreo de material.....	28
Cuadro 3. Problemas identificados en el ciclo de la excavadora	31
Cuadro 4. Comparación de antes y después.....	74

Resumen

La investigación se desarrolla con el objetivo de optimizar el carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda minera Sulluscocha – Cañete. El problema se centra en la deficiencia de la producción de la arcilla de tipo illitas del Tajo. Producto de una inadecuada supervisión en puntos de carguío y acarreo. Esta investigación tiene enfoque cuantitativo y un diseño de investigación no experimental transversal explicativo. Utilizó la técnica de observación y la técnica de análisis documental con sus respectivos instrumentos para el recojo de información de manera insitu, instrumentos que fueron validados por expertos y utilizados para recoger datos importantes pertenecientes al tiempo y diagnóstico del ciclo de carguío y acarreo. Para el procesamiento de datos se utilizó el método analíticos-sintético y el método de procesos. El desarrollo de los resultados se calculó las reservas probadas del Tajo. También se diagnosticó la situación actual en el Tajo, identificando algunos problemas en el proceso de producción. Se calculó los tiempos muertos de los procesos de corte, carguío y carreo para optimizarlos y aumentar la producción. Finalmente, se incrementó la producción actual en el Tajo de 200 tn/día a 400 tn/día optimizando los problemas y tiempos muertos identificados.

Palabras clave: Equipos o maquinarias, tiempos muertos, vías, supervisión de las operaciones.

Abstract

The research is carried out with the objective of optimizing loading and hauling to increase the production of illites in the Linda mining pit Sulluscocha - Cañete. The problem is centered on the deficiency of the production of illite type clay from the Tagus. Product of inadequate supervision at loading and hauling points. This research has a quantitative approach and an explanatory cross-sectional non-experimental research design. He used the observation technique and the documentary analysis technique with their respective instruments for the collection of information in situ, instruments that were validated by experts and used to collect important data pertaining to the time and diagnosis of the loading and hauling cycle. For data processing, the analytical-synthetic method and the process method were used. The development of the results calculated the proven reserves of the Tagus. The current situation in the Tagus was also diagnosed, identifying some problems in the production process. The dead times of the cutting, loading and carrying processes were calculated to optimize them and increase production. Finally, the current production in the Tagus was increased from 200 tons/day to 400 tons/day, optimizing the problems and downtime identified.

Keywords: Equipment or machinery, downtime, roads, supervision of operations.

I. INTRODUCCIÓN

La industria minera sigue creciendo hasta convertirse en una de las actividades potencialmente más rentables, factor importante en el desarrollo sostenible del país. Asimismo, en minería superficial es fundamental optimizar las operaciones de carguío y acarreo con la finalidad de incrementar la producción de minerales. En las actividades mineras, nos enfocamos en el progreso continuo de toda la actividad, lo que significa que la cadena productiva estará orientada a minimizar los recursos para obtener el máximo beneficio.

La presente investigación se desarrolló en el Tajo Linda de la empresa contratista Sulluscocha, la cual cuenta con 200 hectáreas. Se encuentra ubicada exactamente en el paraje Puquio salado, en el Distrito de Asia, Provincia de Cañete, Departamento y Región de Lima a una altitud que va de 180 a 220 m.s.n.m. El tiempo desde Chiclayo hasta Lima es aproximadamente 14 horas y desde Lima hasta el Tajo Linda es de 2 y 30 minutos. Asimismo, se estima una vida útil de 10 años. El rubro de la cantera se enfoca en la explotación de minerales no metálicos como arcilla de tipo illitas $(\text{KAl}_3(\text{OH})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})])$ de coloración clara, roja a verdosa. Uno de los usos más populares que tiene las illitas rojas es para fabricar diferentes tipos de cerámicas, porcelanatos, pegamentos y sanitarios.

El tipo de yacimiento de arcilla (illitas) existente en el Tajo Linda es de origen secundario. Su origen de este material fue formado en un inicio por un proceso de erosión de las rocas preexistentes denominado formación Asia pertenecientes al jurásico superior. Constituido por rocas de tipo lutitas grises, ocasionalmente con horizontes calcáreos. Además, se observa la presencia de rocas graníticas y granodioritas del grupo Jecuan del Cretáceo Medio, ubicadas en la zona oriental de la faja costera. Estas rocas se disgregaron y fueron posteriormente transportados por acción del viento, precipitaciones fluviales, la gravedad y el hielo a una cuenca al pie del monte formando el Grupo Morro Solar constituida por lutitas gris, clara amarillentas y una serie de arenas debidamente clasificadas.

Finalmente, por un proceso de diagénesis se compactan formando lo que actualmente vemos como illitas.

Además, presenta una **geología local** formada en el Sistema Jurásico inferior (Jr.-i) donde describe una secuencia predominantemente de lutitas grises. Estas son rocas sedimentarias detríticas de granos finos con la presencia también de calcáreos y volcánicos ocasionales expuestos en bandas cerca del batolito costero entre el valle de Mala y Asia.

Este paquete sedimentario ha sido afectado por intrusión de rocas volcánicas andesitas en forma de diques. Son de origen sedimentario de aguas someras muy apegado al continente formado por la precipitación de sedimentos finos, depositados en el Cretáceo inferior (Ki), llegando a formar una secuencia arcillo calcáreo. Reconocido como la formación Pamplona que pasa por la zona de Asia hasta Quilmana (**según el plano geológico que se adjunta en los anexos**).

La actividad principal que se desarrolla en la concesión minera es la explotación de mineral no metálico de arcilla de tipo illitas. Dado que el depósito a explotar está expuesto en la superficie, el tipo de método de explotación empleado es tajo abierto. Este método se caracteriza por el uso de bancos para minar en rebanadas de arriba hacia abajo; de acuerdo con el valor de cohesión del yacimiento ofrece bajo valor de resistencia a la rotura, por lo que no se utilizan explosivos para su arranque. En la Tajo Linda se realizan actividades de carguío y acarreo, que utilizan distintas maquinarias como la excavadora Caterpillar 330DL para el corte del material, volquetes y cargadores frontales Caterpillar 966H para el carguío y acarreo del mineral.

De esta manera, **la realidad problemática** se centra en la deficiencia de la producción de la arcilla de tipo illitas del Tajo Linda de la empresa minera Sulluscocha. Debido a falta de una adecuada supervisión en los puntos de carguío y acarreo, tiempos muertos en los procesos, falta de diseño de vías y los equipos se encuentran en mal estado. Por ende, no cumple con la producción propuesta y/o requerida por la empresa Celima Trébol. La misma que se dedicada

a la fabricación y comercialización de cerámicas, porcelanatos, pegamentos, sanitarios y griferías en el país, que utiliza arcillas de tipo illitas como materia prima.

La referida empresa propone la compra de 12 mil Tn/mensuales la cual no se cumple por los motivos antes expuestos, a la fecha el tajo viene produciendo el 50% de lo requerido, llegando a una producción de 6 mil Tn/mensuales. Por lo que, los suscriptos buscamos optimizar las operaciones de carguío y acarreo e incrementar la producción de illitas para que de esta manera se pueda cumplir con la producción requerida por la empresa Celima Trébol.

Una de las razones de la deficiente producción viene hacer la falta de una adecuada supervisión lo que conlleva a un congestionamiento de la flota que se produce en el proceso del carguío y acarreo. Esto trae como **consecuencia** retraso en los tiempos en los procesos mencionados. Para el envío a la planta de selección del material por medias unas zarandas de diferente granulometría. Según Julca (2019), en minería superficial el congestionamiento de la flota es generado por la falta adecuada supervisión en las operaciones. Esto trae pérdidas financieras e inestabilidad en una organización minera.

Asimismo, otra de las **causas** de los equipos de carguío y acarreo es que se encuentran en mal estado, por lo que se requieren constantemente mantenimientos mecánicos. Esto origina tiempos muertos dentro de la empresa minera. Trayendo como **consecuencia** una baja producción, ya que existe fallas mecánicas inesperadas por el mal estado de los equipos de carguío y acarreo. Para Baldeon (2020) en el carguío, es importante buscar minimizar los montos de recursos y mantener la maquinaria operativa dedicada a la producción de minerales, de la misma forma evitando que se encuentren inoperativas los equipos.

Finalmente, como ultima **causa** más relevante encontrada es la falta de un adecuado diseño de las vías que perjudican el proceso de acarreo. Esto da como **efecto** retrasos en las operaciones de la empresa minera. Según Agreda (2018)

cuando existe una falta de diseño de las vías se producen retrasos, variabilidad de tiempos y velocidades de ida y regreso durante los trabajos de carguío y acarreo.

Ante la **realidad problemática** expuesta, se formula la siguiente interrogante: ¿De qué manera se va optimizar el carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda de la empresa minera Sulluscocha? así mismo se formuló la **siguiente hipótesis** de investigación: Si se optimiza el proceso de carguío y acarreo entonces se incrementará la producción de illitas en la Tajo Linda.

La justificación del presente trabajo de investigación se **justifica** desde un punto **teórico**, ya que se realizó mediante el uso de fundamentos y criterios teóricos. Con el fin de aportar nuevos conocimientos a estudios ya existentes. Siendo éstas mismas planteadas en soluciones que podrán ser incorporadas a estudios basados al carguío y acarreo ya que permitirá mejorar la producción de illitas en el Tajo Linda. Desde el punto **práctico** esta investigación se realizó con la finalidad de optimizar las operaciones de carguío y acarreo que afectan a la producción de illitas. Es por ello que se tomará los tiempos en todo el ciclo de estas operaciones. En el punto de vista **metodológico** se utilizó técnicas adecuadas para llevar a cabo los procedimientos de datos precisos. Con finalidad de mejorar el área de estudio siendo una investigación eficiente en la optimización de dichas operaciones.

Esta investigación tiene como **objetivo general** optimizar el carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda minera Sulluscocha – Cañete. Así mismo el **primer objetivo específico es calcular** las reservas probadas para determinar la producción del Tajo Linda. Como **segundo objetivo es diagnosticar** la situación actual en que se encuentran las operaciones de carguío y acarreo. Como **tercer objetivo calcular** los tiempos muertos identificados para mejorar la producción de illitas en el Tajo Linda. Como **cuarto objetivo incrementar** la producción de illitas en el Tajo Linda de 200 Tn/día a 400 Tn/día teniendo en cuenta la optimización de carguío y acarreo.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes que respaldan este trabajo de investigación, se encontrará investigaciones nacionales, regionales e internacionales en relación al tema.

A nivel nacional, Calua (2019) en su estudio de investigación “Propuesta de minimización de tiempos improductivos para mayor producción en carguío y acarreo en minera Coimolache”. Cuyo **objetivo** es realizar una propuesta de minimización de tiempos improductivos dentro de los procesos. Cuyos **resultados** se obtuvo que necesariamente se debe realiza las capacitaciones de los trabajadores, experiencia y la condición emocional teniendo influencia para la minimización de tiempos. Como **conclusión** se llegó al aumento de la producción basado en la minimización de tiempos muertos. Es por ello, que el porcentaje aumentó en 4% en la excavadora 374 DL en carguío y 5% en acarreo. Siendo de **importancia** dándonos a conocer el ahorro de tiempos cuáles son beneficiosas para el incremento de producción, evitando pérdidas económicas para esta empresa minera.

Araujo (2018) en su trabajo de investigación “Optimización de la flota de volquetes en el acarreo para incrementar la producción en la mina Los Andes Perú Gold”. Cuyo **objetivo** principal es analizar los tiempos por ciclo cargado y vacío de los volquetes. El cual en sus **resultados** evidenció que una asignación adecuada de la cantidad de equipos aumenta la producción requerida. **Concluyendo** con la optimización de la flota que se reflejó en el cumplimiento de la producción mensual de 740 000 Tn/mes del mineral. Siendo de suma **importancia** para analizar los tiempos de demoras en función al acarreo en el Tajo Linda y con un mejor nivel de detalle para la optimización de las operaciones.

Jambo y Tasilla (2019) en su trabajo de investigación “Cálculo de reservas y diseño de Pit, mediante el procesamiento de data de perforación diamantina en un depósito epitermal de alta sulfuración”. Cuyo **objetivo** principal es realizar el cálculo de reservas y el diseño del Pit, mediante los procesamientos de data de

perforaciones diamantinas. El cual en sus **resultados** evidenció que el cálculo de reservas fue determinado con la utilización de un software minero Minesight por el método de diseño de bloques. **Concluyendo** que se obtiene una reserva de 16.46 tn de oro. Este trabajo es de **relevancia** ya que nos guía la forma adecuada para calcular reservas mediante el uso del programa minero Minesight.

Ramos (2021) en su estudio “Optimización del ciclo de carguío, acarreo y descarga de material para aumentar la producción del mineral en la Unidad Minera Andaychagua”. Esta investigación tiene como **finalidad** optimizar todo el ciclo de mineral para el incremento de la producción. En sus **resultados** obtuvo que los tiempos en el refrigerio, tienen un tiempo determinado, no se pueden reducir porque es parte del trabajo. Sin embargo, las operaciones como las colas de volquetes y el mantenimiento de maquinaria son actividades que pueden optimizarse y mejorarse. Cuya **conclusión** fue la disminución en cantidad de volquetes, realizando la utilización de 4 volquetes y 1 scooptram en cada labor de trabajo mediante el cálculo de flota. Es de mucha **relevancia** ya que sirvió como guía para el cálculo de flota adecuada de los volquetes con el fin de lograr la producción requerida.

Vega (2019) en su tesis “Incremento de la producción en el tonelaje movido mediante aplicación de la mejora de métodos en una empresa minera”. Cuyo **objetivo** es diseñar métodos de trabajo para incrementar la producción del tonelaje en la minera. En el cual en sus **resultados** evidenció el tiempo ganado respecto al tiempo actual en la empresa minera mediante el uso de métodos de mejora. **Concluyendo** que la aplicación de mejora de métodos es eficiente en cualquier ámbito de gestión de proyectos logrando de esta manera aumentar la producción. Teniendo como **importancia** la adecuada aplicación de mejora de métodos, esto sirvió para facilitar el trabajo en minería realizando un diseño de alternativas de mejora para la empresa minera.

Cárdenas (2022) En su trabajo “Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la Cía. Cárdenas mediante los indicadores clave de desempeño” Cuyo **objetivo** principal tuvo optimizar la producción de los equipos

de carguío de la CÍA. Cárdenas mediante los indicadores. Cuyos **resultados** obtenidos para determinar la producción se debe de tener en cuenta el siguiente: Horas de trabajo realizadas, horas de mantenimiento para las maquinarias, horas de espera de los equipos de carguío y transporte y finalmente horas por pérdidas operativas. Cuya **conclusión** es que optimizo la producción de los equipos de carguío mediante los indicadores Clave de Desempeño; obteniéndose que la disponibilidad mecánica del equipo de carguío es del 76% y del 77%, el porcentaje de utilización es del 83% y del 86%. Siendo de **importancia** este trabajo ya que nos explicó los indicadores claves de rendimientos con la finalidad de medir y realizar seguimientos a cada equipo en organización minera.

Atapoma (2019) en su trabajo “Optimización de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina de Tajo Norte de Sociedad Minera el Brocal”. Planteó como **objetivo** optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo mediante los sistemas de control computarizados de despacho de volquetes. Cuyos **resultados** es que se optimiza significativamente en un 76% las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando así mejor producción y un eficiente manejo en los trabajos. Cuya **conclusión** llegó a determinar la identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual - visual, en las operaciones de carguío y acarreo. Esto **sirvió** para tener un control adecuado en base a sistemas de optimización en los procesos que se realizan en el Tajo Linda.

A nivel regional, Escarcena (2019) en su trabajo “Evaluación de las operaciones de carguío y acarreo para el mejoramiento de la producción en la Unidad Minera Tacaza”. Planteó como **objetivo** principal evaluar las operaciones de carguío y acarreo para incrementar la productividad. En el cual sus **resultados** fueron la asignación adecuada de 6 equipos de transporte y el compromiso del supervisor encargado en dicha área. La cual llega a la **conclusión** que incrementó el rendimiento promedio de las maquinarias fue de 277,38 t/h, 158,18 t/h y 171,20 t/h respectivamente en las tres excavadoras. Así mismo determinó que una flota con carguío óptimo minimiza el tiempo de esperas en hasta 0,58 min y las colas en hasta 1,4 minutos. Siendo de **importancia** este trabajo ya que nos explicó el

tiempo que se puede reducir en colas y esperas de volquetes con el objetivo de optimizar los tiempos muertos e incrementar su producción.

Cubas (2018) en su tesis “Optimización del control de tiempos en carguío y descarga de mineral en el proyecto Ciénega Norte, Hualgayoc”. El **objetivo** de esta tesis fue realizar la optimización del control de tiempos en el carguío y descarga, para obtener una mejor producción. Cuyo **resultado** fue la aplicación de buenas prácticas y capacitaciones de los operadores. Planteó como **conclusión** que la optimización del control de tiempos estima parámetros enfocados a la reducción de tiempos en maquinarias logrando una producción alta, mientras que los costos de operación serán bajas. Es por ello, que la **consideración** de esta tesis ayudó a realizar un control de tiempos en cada área de trabajo permitiendo mejorar los tiempos en el ciclo de acarreo.

Para Valenzuela y Buendía (2020) En su trabajo “Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma”. Este trabajo tuvo como **objetivo** calcular las reservas y estimar los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma. Cuyo **resultado** fue que el cálculo de reservas probadas de 56, 410.20 TM mediante el método de bloques. Llegando a la **conclusión** que para el cálculo de reservas se puede realizar mediante distintos métodos entre los más destacados en método de bloques y perfiles. Esto **sirvió** para el cálculo adecuado de reservas probadas de acuerdo al método de perfiles en el Tajo linda.

Para Chura (2019) En su estudio “Propuesta de un plan de control de utilización para flotas de acarreo en una mina a tajo abierto”. Tuvo como **objetivo** proponer un plan de control que incremente la utilización de la flota en mina. Cuyo **resultado** se vio reflejado en los controles de calidad dando mejor utilización de los equipos de acarreo. Llegando a la **conclusión** que las actividades relacionadas a la flota del carguío y acarreo los eventos que generaron mayores retrasos son el refrigerio, abastecimiento, cambio de personal, mantenimiento, y paradas de maquinarias, debido a fallas mecánicas. Teniendo como **importancia**

un análisis global de tiempos, que sirvió para tener un enfoque en los eventos que generan mayores retrasos dentro de la empresa Minera Sulluscocha.

Gurreonero (2021) En su estudio “Optimización de tiempos en el carguío y acarreo de la empresa minera La Arena, Huamachuco”. Plantea como **objetivo** optimizar tiempos en el carguío y acarreo en la empresa minera. Como **resultado** tuvo que se mejoró los tiempos en un 87.72s y 76.60s relativamente. Llegó a la **conclusión** que los tiempos promedios fueron de 42.03min y 41.21min respectivamente. Por ello, es de mucha **relevancia** llevar a cabo el análisis de tiempos reales en los procesos de carguío y acarreo. Esto permitió un mejor enfoque para el estudio de la empresa con la finalidad de disminuir los tiempos improductivos en las operaciones mencionadas.

Huisa (2021) en su artículo “Optimización de equipos de carguío y acarreo en el tramo Botaderos - Trituradora, para el incremento de producción en una empresa cementera” Cuyo **objetivo** incrementar la productividad anual en el carguío y acarreo de una empresa cementera. Cuyo **resultado** que la productividad real total es de 233630 (TM) anuales frente a una productividad nominal total de 260396 (TM) anuales aumentando la productividad en un 11.45% es decir que aumenta la producción en 267615 (TM) anual. Llegando a la **conclusión** que la optimización de los equipos de carga y transporte del material repercute de forma relevante y directa la producción. Siendo de mucha **importancia**, ya que contempla una adecuada evaluación en la producción del trabajo de estudio.

Vargas (2020) en su tesis “Evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en minería superficial”. Propuso como **objetivo** principal minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos en mina. Cuyo **resultado** se vio observo el cumplimiento de la producción mensual promedio de 740 000 Tn/mes de mineral. Del cual llega a la **conclusión** que el tiempo es la variable principal, donde se elevó considerablemente en los meses últimos, dando resultado positivo en el incremento de horas de demora operativa y no operativa. El **valor** de esta investigación permitió a la empresa minera contratista Sulluscocha optimice los tiempos muertos que perjudican a dichos procesos y también tener una reducción

de costos operativos y horas de demora, evitando pérdidas económicas en la empresa minera mencionada anteriormente.

Robles (2022) En su artículo “Optimización de costos en unidades de carguío y acarreo para incrementar las utilidades en la Empresa Minera Summa Gold”. Cuyo **objetivo** es realizar la optimización de costos en unidades de carguío y acarreo para incrementar las utilidades de la empresa minera. Cuyo **resultado** es el incremento de las utilidades de 26, 040,261.85 a 26, 949,067.10 US\$, con un incremento de 3.48%. Cuya **conclusión** es la eficiencia en cuanto a la mejora de los niveles de utilidades a raíz de la gestión de costos de unidades de carguío y acarreo. Siendo de **importancia** dándonos a conocer el sistema ABC para determinar las utilidades de una empresa minera en base a la gestión de costos de las operaciones.

Rivera (2018) En su artículo “Mejoramiento de la flota de carguío y acarreo en operaciones mina, para el incremento de la producción, sociedad Minera Cerro Verde” Cuyo **objetivo** es calcular la producción horaria potencial de carguío en la mina Cerro Verde. Cuyo **resultado** obtuvo que la eficiencia de las operaciones el potencial se eleva a 88,76%, con un incremento de un 22,00% con respecto a la eficiencia operativa anterior. Como **conclusión** que la producción horaria en la Mina Cerro Verde es 623,52 TM/h. Dicha investigación enfatiza en la **importancia** de la producción horaria en los procesos de carguío y acarreo logrando tener una mejor eficiencia operativa.

Yspilco (2019) En su trabajo “Implementación de un plan piloto con flota de carguío de $3.5 m^3$ y acarreo de $16 m^3$ de capacidad para mejorar el blending de minerales con oro y reducir los costos de operación en la planta de Gold Mill” Cuyo **objetivo** es analizar y diagnosticar los cambios de flota para mejorar el blending de minerales con oro. Cuyos **resultados** se obtuvo que de acuerdo al análisis se determinó que la masa espesa del blending de minerales descargados en la tolva de descarga del Gold Mill se debe hacer con flota gigante. Como **conclusión** que la recuperación promedio de Au varió desde 62.82% hasta

79,76%. En sentido, la investigación es **fundamental** ya que aplicó un adecuado análisis con la finalidad de reducir costos en las operaciones mineras.

Córdova (2018) En su proyecto “Determinación de los kpi’s de la flota de camiones para la optimización del acarreo en la Mina Pierina 2018”. Tuvo como **objetivo** determinar la mejora de la producción por la aplicación de los indicadores claves de rendimiento en la mina. Cuyos **resultados** obtuvo que mediante el uso de kpi’s determinó la optimización adecuada de la flota de volquetes para la Mina Pierina. Como **conclusión** se obtuvo que la producción mejoró de 362’543.44 Tn de la flota inicial a 562’235.71 Tn de la flota final. Este **estudio** aportó en determinar el incremento de producción teniendo en cuenta la gestión y ejecución de indicadores dentro de la Tajo Linda, empresa minera Sulluscocha.

Salazar (2021) en su artículo “Incremento de la producción mediante el análisis de indicadores de rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en la empresa minera de Cajamarca” Presento como **objetivo** determinar Indicadores de rendimiento para incrementar la producción de los equipos de carguío, acarreo en una empresa minera de Cajamarca. Cuyo **resultado** es el análisis de indicadores de los equipos de carguío y acarreo se determinó un incremento de 316.27 m^3/h a 356.3 m^3/h . Como **conclusión** se relaciona directamente con la eficiencia mecánica aplicada en las operaciones de los equipos de carguío y acarreo en la empresa. Este trabajo es **relevante** ya que complementó a incrementar el rendimiento de las operaciones en m^3/h de los equipos de carguío y acarreo, teniendo en cuenta el análisis de indicadores en cada equipo.

Olivares (2022) en su trabajo “Incremento de producción en carguío y acarreo en frentes que presentan sulfuros en época lluviosa, aplicando lastrado, minera Summa Gold” cuyo **objetivo** es disminuir las operativas de carguío y acarreo de frentes que presentan zonas de sulfuros. Cuyos **resultados** es la reducción de 196 hr perdidas a 103 hr en carguío y de 844.3 hr perdidas a 610 hr en acarreo. Cuya **conclusión** que la aplicación de lastrado logro disminuir las demoras de carguío y acarreo realizadas por el tipo de material y presencia de lluvia.

Finalmente, este trabajo **aportó** a mejorar el rendimiento de los equipos actuales de la empresa minera aplicando ecuaciones basadas a la optimización.

Carhuamaca (2018) en su tesis “Reducción de tiempos muertos en el mantenimiento de los cargadores frontales de la empresa Transa Huancayo”. Presentó como **objetivo** determinar la influencia de reducción de tiempos muertos de mantenimiento de cargadores frontales. Cuyo **diseño de investigación** es descriptivo. Planteó como **conclusión** que los tiempos muertos en la empresa influyen directamente con los costos de mantenimientos en cada maquinaria. Además, estos tiempos son causados por la falta de conocimientos de los trabajadores al realizar cualquier mantenimiento mecánico. Por ello, esta tesis **aportó** en realizar un plan de mantenimientos mecánicos durante todo el ciclo, para generar utilidades y reducir los tiempos que se producen en cada proceso.

Para Gómez (2017) En su artículo “Disponibilidad de equipos auxiliares para optimizar la productividad en el carguío y acarreo de las fases 01,03 y 07 del tajo Constancia” Presentó como **objetivo** calcular el costo unitario óptimo en las actividades de carguío y acarreo. Cuyo **resultado** el costo unitario óptimo del carguío y acarreo bajó de 0,7665 US\$/TM con 21 camiones a 0,6747 US\$/TM con un óptimo de 24 volquetes. Cuya **conclusión** es una buena metodología de realizar de la mano con el equipo humano con el que se tiene en la operación resultaron ser eficiente para poder alcanzar las metas propuestas. De la misma manera, este artículo su **importancia** permitió realizar la optimización de costos unitario dentro del Tajo Linda.

Para Cahuari (2019) en su investigación “Optimización del uso de los equipos de carguío y acarreo en minería superficial en la compañía minera Corporación del Centro Gold Mining SAC - Libertad”. Tuvo como **objetivo** optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo para aumentar su producción en mina. Cuyo **diseño de investigación** es experimental-aplicativo. Como **conclusión** se obtuvo una nueva aplicación de nuevos indicadores claves de rendimiento (KPI'S); disponibilidad mecánica, utilización, rendimientos, excelentes vías, velocidad promedio y velocidad por tramos involucrando directamente un excelente ritmo de

producción de minerales. En ese sentido, esta investigación es **fundamental** ya que se aplicó indicadores claves de rendimiento para medir la utilización de los equipos y rendimientos dentro de todo el ciclo en la empresa minera Sulluscocha.

Para Agreda (2018) En su investigación “Optimización del carguío y acarreo aplicando el Sistema Control-Sense en la mina Constancia, Cusco, 2018”. Tuvo como **objetivo** aplicar el sistema Control-Sense para optimizar el carguío y acarreo de la mina. Cuyo **diseño de investigación** es experimental-Analítico. Como **conclusión** para optimizar los tiempos en las operaciones se tiene que el tiempo de ida sin carga de 3.50 a 2.30 min, mejorando un 15% en toda la operación con un tiempo de regreso con carga de 2.60 a 1.8 min, es decir optimizó un 25%. En sentido, la investigación es **fundamental** ya que aplicó sistemas sofisticados de controles para reducir los cuellos de botellas existentes en la Tajo Linda.

A nivel internacional, Molina (2021) En su investigación “Modelo de optimización de un sistema pala-camión en una mina de carbón a cielo abierto”. Tuvo como **objetivo** determinar con el apoyo del modelo no determinista la optimización de tiempos muertos en una mina de carbón a cielo abierto para una mayor productividad. Cuyo **diseño de investigación** es descriptivo y un enfoque tipo mixto. Como **conclusión** obtuvo que si requiere tener un ciclo óptimo y eficiente se debe tener en cuenta el plan de minado de las operaciones aplicando modelos no deterministas. Es de suma **importancia** ya que esta investigación aplica modelos de optimización que permitió una mayor productividad en una empresa, así también como la toma de decisiones para afrontar cualquier problema que se presente en la actividad minera.

Para Díaz y Medina (2020) en su trabajo “Reducción de tiempos improductivos para mejorar la producción de los procesos de carguío y acarreo tajo Pampa Verde”. Planteó como **objetivo** reducir los tiempos muertos para una mejora de la producción. Cuyo **diseño de investigación** fue cuantitativo con diseño transversal. Como **conclusión** se pudo afirmar que los tiempos improductivos se producen por una serie de retrasos como charlas de seguridad, refrigerio,

agotamiento de los conductores, cambio de jornada y fallas mecánicas. Es por ello, que la **consideración** de esta tesis ayudó a realizar un estudio de tiempos muertos para lograr la cantidad de toneladas necesarias para su comercialización y de esta forma obtener más ganancias económicas.

Para Barranco (2017) en su tesis “Optimización de los ciclos de cargue, transporte y descargue de caliza en la planta de cementos Argos”. Tuvo como **objetivo** estudiar las vías existentes y proponer mejorar en las mismas o el trazado de nuevas vías, para la disminución de tiempos de acarreo. Cuyo **resultado** fue el diseño de una vía para el retorno de los camiones cargados, la cual disminuirá de forma satisfactoria el tiempo realizado en el ciclo de transporte y se aumentará la producción. Cuya **conclusión** es la reducción de los volquetes empleados para el acarreo del material y de esa manera poder disminuir el tiempo muerto en el ciclo. La **relevancia** de este trabajo se asocia al diseño de las vías de acarreo ayudando a tener criterios fundamentales respecto el diseño de las plataformas en el Tajo Linda.

Para Neyra (2020) en su proyecto de investigación “Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto”. Tuvo como **objetivo** mejorar la producción de los trabajos de carguío y transportes en el tajo abierto. Cuyo **diseño de investigación** es experimental-descriptivo. Como **resultado** obtuvo que en un sistema tradicional el promedio de la producción de mineral es de 65146.54 tns y el promedio de la producción de desmonte es de 412451 tns. Pero si se implementa un nuevo sistema, el promedio de producción de mineral es de 90000 tns. Es de **relevancia** ya que ayudó a calcular la flota de los camiones que se utilizan en la empresa Sulluscocha con la finalidad de trabajar con los equipos adecuados de acuerdo a cada frente de trabajo.

Para Cornejo (2021) en su investigación “Optimización de Carguío y Acarreo en Tajo Abierto utilizando algoritmos bio-inspirados”. Tuvo como **objetivo** Proponer un modelo de optimización de ruteo de acarreo que permita optimizar tiempos sin beneficio alguno. Cuyo **diseño de investigación** es experimental-Descriptivo. Como **conclusión** define que el modelo de simulación heurístico resulta

adecuado y rentable en cuanto a su programación e instalación logrando sacar provecho los beneficios que este tiene. Es de mucha **importancia** ya que brindó un enfoque global de los sistemas que se pueden instalar y son económicamente rentables para un cálculo de tiempo eficiente y adecuado en una empresa minera.

Para Soberanes (2020) en su investigación “Análisis de los factores operacionales y su influencia en la productividad del proceso de transporte de mineral y desmonte en el NV 4025 de la Compañía Minera Argentum”. Presentó como **objetivo** identificación, análisis de principal factor en las operaciones y la influencia en la producción de la flota de los volquetes. En **conclusión**, afirma que la escasez de scoops en el área haría que los camiones generen retrasos produciendo un 79% del tiempo de espera. De la misma forma, la **relevancia** de este trabajo se asocia a la identificación de problemas que generan tiempos muertos ayudando a tener un análisis completo respecto al aumento de producción en la Minera Sulluscocha.

Respecto a la **base teórica**, la actividad de **carguío y acarreo**, de acuerdo a Alva (2020) es la separación del material tronado de la frente y lograr transportar de forma adecuada a la zona de descargue del material. El cual se concentra en la siguiente secuencia: Preparación del lugar de trabajo. Es decir, el material es transportado a lugares como botaderos, planta de beneficio, botaderos o canchas de relave. Para Carvajal (2017) es uno de los principales procesos internos de la cadena de suministro en la extracción del mineral y también uno de los más costosos.

De tal manera con Araujo (2018) **Características de carguío y acarreo** son las siguientes: Información sobre el equipo utilizado o involucrado transporte de materiales en minería, escala de un grupo de equipos mediante los siguientes métodos: Su tasa de funcionamiento y especificaciones de fichas técnicas.

De acuerdo con Cubas (2021), el **tiempo muerto** se define como el tiempo que no trae ningún progreso o ingreso a la empresa minera. Y es un factor importante para optimizar y reducir el tiempo de trabajo minero. Dicho esto, en una sola

operación como es la carga y el transporte, es muy valioso conocer los defectos que se producen en la maquinaria, el personal, los accesos y los sistemas de señalización y que afectan a todo el ciclo. Asimismo, para Santisteban (2019), agrega que el **control del tiempo** tiene la función de dirigir o regular todas las actividades que se desarrollan dentro de una empresa para que se completen en el tiempo estimado, redundando en un mayor rendimiento.

Castillo (2018) afirma que el **carguío** es una etapa en el proceso de minería. Es decir, se refiere específicamente a la carga de material mineralizado en el yacimiento. Esto se realiza en las bermas de carga especialmente diseñada para actividades mineras. Finalmente, Martínez (2019) nos introduce a los **criterios de carga y transporte**, indicando que son los siguientes: rendimiento deseado, altura y espaciamiento, tamaño y altura de la tolva del camión, controles, selectividad del equipo, condiciones climáticas y estudio de ergonomía.

De acuerdo con Bartolomé (2018) señala que la **producción mineral no metálicos** depende de la calidad y granulométrica para la comercialización principalmente como materia prima, es decir que existe una serie de controles de calidad que pasa el material no metálico con la finalidad de ver la calidad y ser comercializados.

Pardo (2020) señala que **tiempos muertos** se puede definir como tiempo muerto a aquel periodo de tiempo en el que algún sistema se encuentra fuera de operación debido a alguna falla o por estar en mantenimiento de los equipos.

Para Gallardo y Tasilla (2019) afirma que las **reservas minerales** es la parte de un yacimiento mineral, cuya explotación es posible o razonable justificable desde el punto de vista económico al momento de su determinación. En ese sentido, para Chávez (2021) menciona que las **reservas probadas** son la parte económicamente explotable de un recurso mineral indicado y, en determinadas circunstancias, medido.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que se empleó en este trabajo es de **tipo de estudio aplicada**, ya que busca dar solución al problema del carguío y acarreo optimizando e incrementando la producción de illitas en el Tajo Linda. Lozada (2016) manifiesta que la investigación aplicada tiene el objetivo buscar, generar conocimiento que tenga aplicación directa. Asimismo, el **diseño de investigación es no experimental de tipo transversal**, ya que se recolecta información in situ, es decir en un único momento y en el área de estudio. Según Quinteros (2018) fundamenta que estas investigaciones se sitúan en definiciones, variables, acontecimientos, contextos en la cual surgen sin la medición directa del individuo.

3.2 Variables y operalización

Variable Independiente: Optimización en carguío y acarreo.

- **Definición conceptual:** Según, Agreda (2019) indica que optimización es como aquel proceso que tiene como propósito reducir la pérdida de tiempo y recursos.
- **Definición operacional:** Será evaluada mediante los siguientes aspectos importantes: Muestreo de tiempos de carguío, acarreo del mineral y fallas en la operación.

Variable Dependiente: Producción de illitas.

- **Definición conceptual:** Barranco (2017) define Producción, como valor agregado, íntimamente relacionado con las "materias primas" o "insumos" que produce cada factor utilizado.
- **Definición operacional:** Esta variable incluye minimizar el tiempo de inactividad durante los ciclos de carga y envío para aumentar la producción.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La empresa Minera Sulluscocha a la fecha cuenta con 3 tajos, además de ellos volquetes Mercedes Benz Actros 4144K de $15 m^3$ de capacidad, 1 excavadora Cat 336DL de $3 m^3$ de capacidad de cuchara y un cargador frontal Cat 960H. Según Condori (2020), define a la población como aquellos componentes accesibles que pertenece al ámbito especial donde se elabora y desarrolla el estudio.

- **Criterio de inclusión**

Se consideran para el carguío y acarreo del Tajo Linda, según cálculo la cantidad de 2 volquetes Mercedes Benz con una capacidad de $15 m^3$, 1 excavadora Cat 336DL y un cargador frontal Cat 960H. Arias (2016) manifiesta que el criterio de inclusión son aquellas particularidades que se consideran en los eventuales participantes para oportuna participación en un estudio. De esta manera se considera el número de maquinaria que pertenece a la empresa y forma parte de las unidades de análisis.

- **Criterio de exclusión**

Este criterio se basó en aquella actividad que no esté relacionada con la optimización en el proceso de carguío y acarreo, para ello se ha considerado volquetes externos. Sirven para transportar el mineral desde la cancha de preparación hasta el centro de acopio para su comercialización. En ese sentido, los costos de equipos y maquinarias quedan totalmente excluidos de nuestro estudio. Según Arias (2016) el criterio de exclusión se enfoca en las características que presentan los participantes y que pueden alterar o modificar los resultados, en efecto los hace no seleccionables para el estudio. Por lo tanto, no vamos a incurrir en costos de maquinaria y herramientas que existen en el Tajo de la referencia.

3.3.2 Muestra

Para nuestra muestra se considera el Tajo Linda que pertenece a la empresa minera Sulluscocha. Según Ojeda (2020), es la parte representativa del total de recursos y materiales de un estudio con las mismas propiedades generales de la población.

3.3.3 Muestreo

Se considera que es no probabilístico de criterio, ya que tiene que estar relacionado con información pertinente basado en la optimización del carguío y acarreo en el Tajo Linda de la empresa minera Sulluscocha.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnica de observación:

Para el recojo de información y datos necesarios que conllevan a la optimización del carguío y acarreo, los cuales son: Los tiempos muertos en las operaciones, inadecuada supervisión y la falta de un adecuado diseño de las vías mediante las visitas realizadas al Tajo Linda. Castellanos (2018) mencionan que es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, eventos, casos, situaciones, etc., para obtener cierta información necesaria para la investigación.

Ficha de registro de observación

Para la recolección de información se aplicó el instrumento de fichas de registro que facilitan la observación para obtener información necesaria del estado en que se encuentran las operaciones y las maquinarias dentro de la cantera. Según Araujo (2018) fundamenta que el observador conoce previamente los aspectos a observar, sólo tiene que completarlas con sus observaciones.

Análisis documental:

Esta investigación se basó en obtener datos de investigaciones fiables de acuerdo a las variables de producción, carguío y acarreo en la empresa Sulluscocha - Cañete. De esta manera, la técnica de análisis documental se basó en la recopilación de información de manera insitu en la empresa Sulluscocha - Cañete. Peña (2017) indica que es una operación de selección de ideas partes de un documento relacionadas con la información para expresar su contenido sin ambigüedad de la información contenida en el mismo.

Guía de análisis documental

Se centró en recopilar información de trabajos previos para analizar los diferentes datos obtenidos sobre el proceso de carguío y acarreo. Con el objetivo de optimizar las operaciones de carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas de la empresa minera Sulluscocha. Según Solís (2017) nos menciona que, la acción con el objetivo de elegir las ideas explicativas necesarias de un documento con la finalidad de manifestar su argumento sin confusión para rescatar la argumentación.

3.5 Procedimientos

Etapa 1: Planificación de la investigación

En la primera etapa se describió la realidad problemática que se basa en describir las causas y consecuencias que se evidencian, la optimización en las operaciones de carguío y acarreo en la empresa Sulluscocha - Cañete, así mismo se planteó el título del mismo como también las causas que generan la deficiente producción de illitas.

Etapa 2: Recojo de información

La segunda etapa se caracterizó por las visitas a campo para el respectivo recojo de información basado a nuestros objetivos en el Tajo Linda de la empresa minera Sulluscocha - Cañete. Es decir, se refiere a la gestión que se realizó, en la cual se aplicó los instrumentos como la guía de análisis documental y la ficha de registro de observación para llegar a la solución. Teniendo en cuenta las técnicas como son la observación y el análisis documental que se aplicaron con la finalidad de conseguir la indagación fundamental para los resultados.

Etapa 3: Procesamiento, análisis e interpretación

En esta etapa de procesamiento, análisis e interpretación se estableció mediante tablas para poder comparar el antes y después de la optimización en el Tajo Linda, Los resultados obtenidos se procesaron los datos e información mediante el método de procesos, del cual va a permitir relacionar los objetivos planteados con los resultados que se pretenden lograr en el trabajo de investigación.

3.6 Método de análisis de datos

Método analítico - sintético

El presente trabajo de investigación se utilizó el método analítico – sintético, por lo que se pudo realizar un análisis de los tiempos muertos llevados en el ciclo de carguío y acarreo. Ya que, cada operación unitaria se debe tener un control minucioso de tiempos y costos con el objetivo de observar la falencia existente y mejorar las operaciones aumentando la producción. Asimismo, mediante el método sintético se originó la conclusión acerca de los tiempos muertos que se producen en el Tajo Linda de la Empresa Minera Sulluscocha. Según Cruz, (2007) estudia los hechos partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para examinarlas en forma individual.

Método de procesos

Se aplicó el método de procesos, de tal forma que se tiene por finalidad obtener resultados partiendo de los objetivos planeados a través de las diferentes técnicas que se aplicó. De acuerdo a nuestro objetivo principal permitió realizar una identificación de los tiempos muertos que se producen en los procesos. Para Herrera (2021) define que es la guía que muestra secuencial y ordenadamente como realiza una persona un trabajo.

3.7 Aspectos éticos

Para esta investigación, según la política y reglamento implementado por la Universidad César Vallejo filial Chiclayo se tuvo la consideración de los siguientes aspectos éticos:

3.7.1 Beneficencia

Por medio de este principio ético se tuvo la responsabilidad ética y moral de poder ver el análisis de los resultados obtenidos en el Tajo Linda. Asimismo, a través de la investigación, la empresa se benefició con los resultados obtenidos con el fin optimizar el proceso de carguío y acarreo logrando aumentar la producción de una manera sostenible, con el objetivo de mejorar las operaciones del Tajo Linda.

3.7.2 No maleficencia

Mediante este principio todos los datos obtenidos serán subidos al repositorio dado que tenemos la autorización y consentimiento de la empresa. Asimismo, todos los datos que se visualizarán en el proyecto han sido plasmados de acuerdo a nuestras técnicas e instrumentos que hemos realizado.

3.7.3 Justicia

Este principio es de mucha consideración obteniendo datos fiables para la elaboración de este trabajo de investigación, así mismo se buscó obtener los máximos beneficios y reducir el mínimo daño.

IV. RESULTADOS

Los datos recopilados fueron procesados, analizados y estructurados para el desarrollo de cada objetivo, mostrando a continuación:

4.1. Cálculo de reservas probadas

Para poder calcular las reservas de mineral probado, se usó el plano de cálculo de reservas con su respectivo perfil, para replantear directamente en el Tajo Linda, arrojando los siguientes resultados en base a los siguientes datos:

Tabla 1. Cálculo de reservas probadas

Longitud	Ancho (<i>m</i>)	Profundidad (<i>m</i>)	Volumen (<i>m</i> ³)	Tonelaje
150	200	27	810,000 <i>m</i> ³	1,368,900 tn

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 01 para el cálculo de reservas del Tajo Linda se considera la longitud y el ancho que hace un total de 30 000 *m*², por la profundidad del Tajo que es de 27 m haciendo un volumen total de 810 000 *m*³ y con una densidad de 1.69 Tn/*m*³ se obtendría 1,368,900 toneladas siendo el total de reservas probadas en el Tajo Linda.

4.1.1 Producción actual

La producción actualmente es de 200 Tn/día lo que no permite cumplir con el compromiso establecido por la empresa Celima Trebol, por lo que nuestro proyecto conlleva a incrementar la producción a 400 Tn/día.

➤ Producción mensual y anual

Producción = 200 x 30 = 6 000 toneladas mensuales

Producción = 6 000 x 12 = 72 000 Tn/año

Producción = 72 000 x 10 = 720 000 toneladas

4.1.2 Vida útil del Tajo linda

Tabla 2. Vida útil del Tajo Linda

VIDA ÚTIL DEL TAJO LINDA	
RESERVAS PROBADAS (TN)	1, 368, 900
PRODUCCIÓN POR AÑO (TN)	144, 000
VIDA ÚTIL (AÑOS)	10

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 02 de los datos señalados anteriormente para la vida útil del Tajo Linda se considera la producción diaria optimizada y los días que equivalen a un año haciendo un total de 72 000 Tn/año, entre el tonelaje total de reservas de mineral teniendo una vida útil actual de 19 años. Sin embargo, para la producción requerida, la vida útil es de 10 años del Tajo Linda.

4.2 Diagnóstico del desarrollo de las operaciones de carguío y acarreo.

Se realizó un diagnóstico completo del ciclo de las operaciones de carguío y acarreo como objeto de detectar las áreas potenciales de mejora, como la capacidad de crecimiento de la empresa minera. La cual se describe de la siguiente manera:

4.2.1 Método de explotación

Debido a que el yacimiento de mineral a explotar se encuentra expuesto a la superficie. Por lo tanto, el método de explotación es superficial, de tipo de cantera.

4.2.1.1 Actividades principales en el Tajo Linda

El proceso productivo del tajo se realiza empleándose la técnica de corte con equipo pesado, las mismas que se describen a continuación:

- **Extracción:** El corte del mineral se realizó mediante el uso de maquinaria pesada excavadora y cargador frontal.
- **Carguío:** El carguío del material cortado se realiza con la excavadora o el cargador frontal, es decir después de realizar del corte del material es cargado al volquete.
- **Acarreo:** El material es transportado mediante un volquete de $15 m^3$ de capacidad desde el banco de explotación hacia la zona de almacenamiento (acopio).

De tal forma se describen e identifican las principales actividades que realizan dentro del tajo linda tomando en cuenta nuestra muestra de investigación. En síntesis, para realizar estas actividades principales se requiere de tres equipos fundamentales para llevar a cabo las operaciones.

Tabla 3. Tiempos reales obtenidos de acarreo en campo

Descripción	Tiempo (minutos)
Tiempo de cuadrado	1.0
Tiempo de carguío del volquete	2.6
Tiempo de viaje cargado	13.0
Tiempo retroceso para descargue	1.0
Tiempo de descargue	0.1
Tiempo de regreso (vacío)	9.5
CICLO DE ACARREO	28

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 03 se aprecia los tiempos reales obtenidos del volquete en campo donde el tiempo de cuadrado es 1 minuto. Seguidamente el tiempo de carguío del volquete es de 2.6 minutos, el tiempo de viaje cargado hacia la zona de acopio es

de 13 minutos, el tiempo de retroceso para el descargue del material es de 1 minuto, el tiempo de descargue de material es de 1 minuto. Por último, el tiempo de retorno vacío hacia la zona de carguío es de 9.5 minutos. Teniendo un ciclo de acarreo total de 28 minutos lo que evidencia que el tiempo entre viaje de cargado y de regreso es de 3.50 minutos de diferencia.

4.2.1.2 Maquinaria actual en el Tajo Linda

Actualmente el Tajo cuenta con tres equipos enfocados al proceso de carguío y acarreo, desde el corte del material, cargue del material explotado y transporte del mismo hacia la zona de acopio.

Cuadro 1. Equipos en el Tajo Linda

PROCESO	EQUIPOS	CANT.	CARACTERÍSTICAS
Extracción y Carguío	Exc. Caterpillar 336 DL	1	Volumen máximo de la pala: $3 m^3$ Velocidad máxima: 5 km/h Potencia efectiva: 201.3 KW
	Cargador frontal Caterpillar 966H	1	Capacidad de la pala: $2.5 m^3$ Cilindrada: 11.1 L Velocidad máxima hacia delante: 37.4 km/h
Acarreo	Volquete Mercedes Benz Actros 4144K	1	Capacidad de Volquete: $15 m^3$ Velocidad máxima hacia delante: 80 km/h. Velocidad máxima hacia atrás: 10 km/h

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 01 en el tajo Linda para sus procesos de carguío utiliza una excavadora marca Cat 336 DL con capacidad de cuchara de $3 m^3$ para el corte del material y un volquete de $15 m^3$ para el acarreo del material. De tal forma un cargador frontal de capacidad de $2.5 m^3$ ubicado en el punto de carguío para agrupar y cargar material al volquete. Haciendo un total de 3 equipos para el carguío y acarreo con los que actualmente se está realizando las operaciones.

Equipos y tiempo de maniobras en el proceso de corte y carguío:

- Excavadora Cat 336 DL, conocida como una máquina de alto rendimiento que puede hacer excelentes trabajos de excavación, descarga o extracción. Es una máquina muy utilizada en el sector minero con una potencia total de 334 kW y un volumen máximo de pala de $3 m^3$. **(Ver anexo 13)**
- Cargador Frontal, es un equipo que usa para mover y cargar materiales como arcilla, grava, rocas y arena. Esta tiene una potencia de 211 kW y una capacidad de $2.5 m^3$. En las visitas al área de estudio se apreció que tuvo fallas mecánicas, por lo que se tuvo que llevar a un taller con el uso de una cama baja de 3 ejes. **(Ver anexo 14)**

Se tomó los tiempos de las maniobras del proceso de carguío para la excavadora Cat 336DL.

Tabla 4. Tiempos reales obtenidos de carguío en campo

Maniobras	Tiempo (segundos)
Cargado de material de corte	9.8
Tiempo giro de la excavadora (para descarga de material)	6.3
Descarga del material en el camión	9.8
Tiempo giro de la excavadora (para cargado de material)	5.8
Total	31.7

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 04 se visualiza los datos obtenidos en campo en el punto de carguío. Donde el tiempo de cargado del material fue de 9.8 segundos, seguidamente el tiempo de giro es de 6.3 segundos, el tiempo de descarga del material al volquete es de 9.8 segundos, el tiempo de giro para el cargado de 5.8 segundos

respectivamente. Donde el tiempo total del ciclo de carguío para la excavadora es de 31.7 segundos equivalente a medio minuto.

Equipo y maniobras del proceso de acarreo

- Volquete Mercedes Benz Actros, es un equipo destinado al trabajo minero con una potencia de 320 kW y una capacidad de $15 m^3$. **(Ver anexo 15)**

Cuadro 2. Ciclo de acarreo de material

CICLO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Volquete cuadrando	Cuadrando para ingresar al punto de carguío	Inicia cuando el volquete retrocede en el carril del carguío.
Volquete cargando	Cargando material a la tolva	Inicia desde el primer cucharón hasta completar la capacidad.
Volquete saliendo a su descarga	Transporte del material a zona de acopio	Inicia cuando el volquete tiene la señal de salir de la zona del carguío.
Maniobras de retroceso	Retrocediendo para descargar	Inicia cuando el volquete retrocede para descargar.
Volquete descargando	Descargando el material en zona de acopio	Inicia desde que el volquete levanta su tolva hasta que la baje.
Volquete regresando	Volquete regresando a la zona de carguío	Inicia desde que el volquete se pone en marcha hasta el área de carguío.

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 02, podemos apreciar el ciclo completo del acarreo que realiza el volquete en el Tajo Linda, iniciando desde que el volquete que se está cuadrando señalando su actividad y descripción hasta que el regreso del volquete vacío a la

zona de carguío para continuar con el siguiente ciclo. Donde se tomó los tiempos de en ciclo de acarreo.

4.2.1.3. Condiciones de la vía en el Tajo Linda

Las condiciones de las vías es un factor importante para la optimización de las operaciones, manteniendo el ancho adecuado y sin deterioros, donde se describe de la siguiente manera:

Tabla 5. Condiciones de las vías del Tajo Linda

Resumen de las condiciones de la vía en el Tajo Linda			
Tramos	Distancia	Ancho	Pendiente
1	Km 0 + 345	3.9 m	0.6 %
2	Km 0 + 689	3.8 m	13.7 %
3	Km 1 + 551	3.8 m	0.6 %
4	Km 2 + 155	3.9 m	0.9 %
5	Km 2 + 500	3.9 m	5.8 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 05, se muestra un resumen de las condiciones actuales en el Tajo Linda. Donde está dado en 5 tramos, en el primer tramo que esta desde el km 0+345 con un ancho de 3.9 m y un pendiente 0.6% indicando que en el primer tramo es una pendiente óptima. En el tramo 2 se puede apreciar una pendiente muy pronunciada de 13.7% del cual los equipos de acarreo en subida son forzados el motor del volquete y en bajada todo lo contrario se utiliza mucho el freno, generando desgastes prematuros. En el tramo 3 tenemos una pendiente adecuada de 0.6%. En el tramo 4 se tiene una pendiente de 0.9% y en el último tramo se tiene una pendiente de 5.8% encontrándose óptima para el transporte.

4.2.2 Problemas identificados en el carguío y acarreo

El tiempo en el carguío y acarreo es uno de los principales factores por el cual hay retrasos en las operaciones por ende se tiene una baja producción. Bajo esta

premisa se pueden identificar los diversos problemas en cuanto al tiempo, las cuales se describen a continuación:

- **Problemas identificados en el inicio de la jornada laboral:** De acuerdo a la visita al Tajo Linda se visualizó el proceso de carguío, donde inicia la jornada laboral de 8:00 Am a 1:00 Pm. Dicho trabajo se realiza con una excavadora Cat 336 DL y de acuerdo a la actividad se tomó los tiempos en el inicio de la jornada laboral.

Tabla 6. Toma de tiempos en el turno mañana (minutos)

TIPO DE MAQUINARIA	CAPACIDAD	ÁREA DE TRABAJO	HORA PLANEADA	HORARIO DE INICIO
Exc. Caterpillar 336 DL	3 m ³	Tajo Linda	8:00 AM	8:07 AM
Exc. Caterpillar 336 DL	3 m ³	Tajo Linda	8:00 AM	8:08 AM
Exc. Caterpillar 336 DL	3 m ³	Tajo Linda	8:00 AM	8:05 AM
Exc. Caterpillar 336 DL	3 m ³	Tajo Linda	8:00 AM	8:04 AM
Exc. Caterpillar 336 DL	3 m ³	Tajo Linda	8:00 AM	8:10 AM
Exc. Caterpillar 336 DL	3 m ³	Tajo Linda	8:00 AM	8:08 AM

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 06, se muestra la toma de tiempos en el inicio de la jornada del turno mañana, de acuerdo a las visitadas al Tajo Linda. Donde el inicio de la jornada empieza a las 8: 00 AM según la política de la empresa minera. Sin embargo, por la falta de una adecuada supervisión encargado en el área de trabajo se producen tiempo muertos de 7 minutos en promedio. Retrasando las operaciones y lógicamente reduciendo la producción. Motivo por el cual no logran la producción requerida.

- **Problemas identificados en ciclo de la excavadora:**

De acuerdo a la visita realizada a la cantera, se tomaron los siguientes datos para identificar que problemas existe en el ciclo de la excavadora:

Cuadro 3. Problemas identificados en el ciclo de la excavadora

CICLO DE LA EXCADORA	DESCRIPCIÓN
Tiempo del carguío del volquete	Se observó que la excavadora se demora alrededor de 2.6 minutos para llenar un volquete
Tiempo de corte	Se observó que la excavadora demora 15 minutos en realizar un corte de material para llenar al siguiente volquete.
Tiempo de espera	La excavadora tiene que parar, hasta que retorne el volquete para empezar de nuevo su ciclo.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 03 que se aprecia la identificación de los problemas en el ciclo de la excavadora. Ya que la excavadora tarde alrededor de 2.6 minutos para llenar un volquete, de la misma forma este equipo tarde 15 minutos para realizar el corte del material para poder llenar al siguiente volquete. Finalmente tiene que esperar a que retorne el camión para iniciar nuevamente su ciclo. Recaltar que al no tener una pendiente optima el volquete va tardar más de lo planificado generando demoras.

- **Problemas identificados en el ciclo del volquete**

A continuación, se muestra la pendiente pronunciada en el tramo número 2, km 589 con una pendiente de 13.7%

Tabla 7. Tramo con pendiente pronuncia

TRAMO	PENDIENTE
Km 0 + 345	

Km 0 + 589	13.7%
-------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 07, se muestra el tramo que tiene una pendiente muy pronunciada indicando un 13.7%. Del cual hace que aumente el tiempo del ciclo del volquete. Reduciendo los ciclos de acarreo del material a la zona de acopio. Como también a tener fallas prematuras en los equipos de acarreo, según el reglamento de minería la pendiente adecuada para el transporte debe ser de 7%.

- **Problemas en el ciclo del volquete cargado:** El problema identificado en el ciclo del volquete cargado se debe a que la pendiente en uno de los tramos de la vía es muy pronunciada. Esto genera que el volquete reduzca su velocidad para evitar rodar por el peso del material.
 - **Problemas en el ciclo del volquete vacío:** El problema identificado en el ciclo del volquete vacío se debe a que la pendiente en uno de los tramos de la vía es muy pronunciada. Esto genera que el volquete reduzca su velocidad porque tiene que subir la pendiente del tramo.
- **Problemas identificados en las condiciones de la vía**
 - **Vías angostas**
Se identificó que las vías de acarreo angostas, que regulan la velocidad de los equipos de acarreo. Donde el ancho de las vías es de 3.9 metros, teniendo en cuenta que los volquetes Mercedes Benz tienen un ancho de 3.4 metros regulando las velocidades. De acuerdo a ello el reglamento nos indica que debe ser de 6 metros lo adecuado, depende de los carriles que se quiera tener.
 - **Falta de seguridad en las vías**
Muros de seguridad, no son adecuadas señalando que no cumplen con el reglamento que indica que debe ser las 3/4 parte del equipo de mayor

tamaño, poniendo en riesgo la vida de los trabajadores, y a la fecha los muros no son apropiados.

4.3 Cálculo de los tiempos muertos identificados en el Tajo Linda.

4.3.1. Tiempos muertos al inicio de la jornada laboral:

Durante la visita a la cantera, se tomó el tiempo cronológicamente, para verificar cuanto es la demora de los operarios en empezar sus labores. El tiempo de demora, se consignó desde la hora planteada hasta el momento en que el operario prende la maquinaria para empezar su día de trabajo.

Tabla 8. Tiempos muertos al inicio de la jornada laboral

Fecha	13/07/2022	14/07/2022	15/07/2022	16/07/2022	17/07/2022	18/07/2022	Total
Hora planeada	8:00 AM	8:00 AM	8:00 AM	8:00 AM	8:00 AM	8:00 AM	
Hora de inicio	8:12 AM	8:10 AM	8:08 AM	8:06 AM	8:07 AM	8:12 AM	
Tiempo perdido	12 min	10 min	8 min	6 min	7 min	12 min	55 min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 08, se muestra los tiempos muertos al inicio de la jornada laboral de acuerdo a las fechas visitadas a campo. Donde se observa las fechas desde el 13 de julio hasta el 18 del mismo mes. En ese sentido la hora de inicio laboral es a las 8:00 AM. Sin embargo, por el poco compromiso del supervisor y el inadecuado monitoreo es que se tiene tiempos muertos donde se inició a las 8:12 AM. Donde se tiene un tiempo promedio perdido de 55 minutos en 6 días de trabajo. De acuerdo al diagnóstico aquí se genera los primeros tiempos muertos en el proceso de carguío.

$$\textit{T tiempo muerto total} = \Sigma \textit{T tiempo perdido por día}$$

$$\textit{T tiempo muerto total} = 12 + 10 + 8 + 6 + 7 + 12$$

$$\textit{T tiempo muerto total} = 55 \textit{ min en 6 días}$$

$$\text{Tiempo muerto promedio} = \frac{\text{Tiempo muerto total}}{\text{Nº de días}}$$

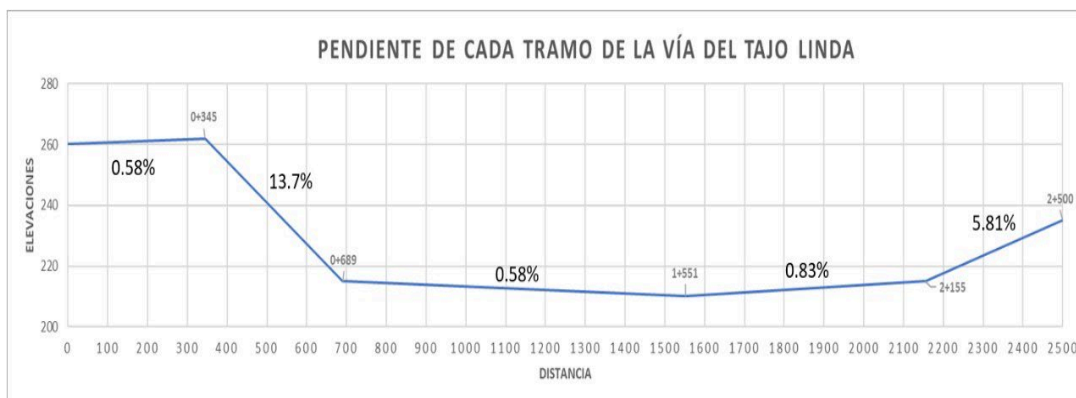
$$\text{Tiempo muerto promedio} = \frac{55 \text{ min}}{6 \text{ días}}$$

$$\text{Tiempo muerto promedio} = 9.2 \text{ min/día}$$

4.3.2. Cálculo de tiempos muertos en el ciclo de acarreo:

De acuerdo al diagnóstico realizado, se identificó que la excavadora al momento del carguío, tiene un tiempo de espera para volver a cargar el camión. Ya que se trabaja con 1 solo camión, se necesita calcular cuánto tiempo demora en ir cargado y regresar vacío en cada uno de los tramos de la vía.

Gráfico 1. Pendiente de cada tramo de la vía actual



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 01, se muestra la pendiente de cada tramo actual, de esta manera nos indica que el tramo número 2 que va desde la distancia 345 metros a los 689 metros tiene una pendiente muy pronunciada de 13.7%. Lo que genera es aumentar el tiempo del ciclo de acarreo y disminuir la producción. Ante este inconveniente se realizó un mejor diseño de la vía realizando un corte y relleno en el tramo de mayor pendiente con la finalidad de reducir el tiempo del ciclo del volquete.

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 0 a Km 0 + 345

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 12 km/h

Distancia: 0.344 km

Pendiente: 0.58 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.344 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 1.73 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 15 km/h

Distancia: 0.344 km

Pendiente: 0.58 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.344 \textit{ km}}{15 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 1.38 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 0 + 345 a Km 0 + 689

Distancia: 344 m

Altura: 47 m

Pendiente: 13.7 %

$$\textit{Distancia inclinada} = \sqrt{(\textit{Distancia})^2 + (\textit{altura})^2}$$

$$\textit{Distancia inclinada} = \sqrt{(344)^2 + (47)^2}$$

$$\textit{Distancia inclinada} = 347.21 \textit{ m}$$

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 5 km/h (velocidad del volquete con resistencia a rodadura)

Distancia inclinada del tramo: 0.347 km

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.347 \textit{ km}}{5 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 4.17 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 10 km/h (velocidad del volquete con pendiente)

Distancia inclinada del tramo: 0.347 km

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.347 \textit{ km}}{10 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 2.08 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 0 + 689 a Km 1 + 551

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 12 km/h

Distancia: 0.862 km

Pendiente: 0.58 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.862 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 4.31 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 15 km/h

Distancia: 0.862 km

Pendiente: 0.58 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.862 \textit{ km}}{15 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 3.45 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 1 + 551 a Km 2 + 155

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 12 km/h

Distancia: 0.603 km

Pendiente: 0.83 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.603 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 3.02 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 15 km/h

Distancia: 0.603 km

Pendiente: 0.83 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.603 \textit{ km}}{15 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 2.43 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 2 + 515 a Km 2 + 500

Distancia: 345 m

Altura: 20 m

Pendiente: 13.7 %

$$\text{Distancia inclinada} = \sqrt{(\text{Distancia})^2 + (\text{altura})^2}$$

$$\text{Distancia inclinada} = \sqrt{(345)^2 + (20)^2}$$

$$\text{Distancia inclinada} = 345.57 \text{ m}$$

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 10 km/h (velocidad del volquete con pendiente)

Distancia inclinada del tramo: 0.34557 km

$$\text{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\text{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.34557 \text{ km}}{10 \text{ km/h}} \times 60$$

$$\text{Tiempo del volquete cargado} = 2.07 \text{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 12 km/h (velocidad del volquete con resistencia a la rodadura)

Distancia inclinada del tramo: 0.34557 km

$$\text{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\text{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.34557 \text{ km}}{12 \text{ km/h}} \times 60$$

$$\text{Tiempo del volquete vacío} = 1.73 \text{ min}$$

Tabla 9. Resumen del tiempo en el ciclo de acarreo

Descripción	Tiempo en minutos
Tiempo de ciclo de acarreo cargado	15.3
Tiempo de descarga de material en área de acopio	0.10
Tiempo de ciclo de acarreo vacío	11.07
Total	26.47

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 09, se muestra el resumen del tiempo en el ciclo de acarreo, de acuerdo a los cálculos realizados se tiene un tiempo de acarreo cargado de 15.3 minutos, y el tiempo de descarga del material en la zona de acopio es de 10 segundos. Finalmente, el tiempo del volquete vacío hacia la zona de carguío es de 11.07 haciendo un total de 26.47 minutos, indicando que es el tiempo total del ciclo de acarreo.

- **Cálculo de los tiempos muertos en el ciclo de la excavadora:**

$$\textit{T tiempo de espera} = \textit{T tiempo de ciclo del volquete}$$

$$\textit{T tiempo de espera} = \textit{T tiempo de ciclo cargado} + \textit{T tiempo de descarga de material} + \textit{T tiempo de ciclo vacío}$$

$$\textit{T tiempo de espera} = 15.03 + 0.1 + 11.07$$

$$\textit{T tiempo de espera} = 26.47 \textit{ min}$$

Datos:

Tiempo de ciclo acarreo actual = 26.47 min

Tiempo de carguío = 2.6 min

Horas de trabajo = 5 horas por día

$$N^{\circ} \textit{ de ciclos} = \frac{\textit{Horas de trabajo}}{\frac{(\textit{tiempo de ciclo de acarreo} + \textit{Tiempo de carguío})}{60 \textit{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{\frac{(26.47 \text{ min} + 2.6 \text{ min})}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{\frac{29.07 \text{ min}}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{0.484 \text{ hrs}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = 10.1$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = 10 \text{ ciclos}$$

Tiempo muerto total por día en el ciclo de la excavadora

Tiempo de acarreo actual = 26.47 min

Tiempo de carguío = 2.6 min

Tiempo de corte = 15 min (tiempo intermedio en que la excavadora realiza un corte para llenar el siguiente camión)

N° de ciclos = 10 ciclos

Tiempo muerto total por día = (Tiempo de acarreo + tiempo de carguío – tiempo de corte) x n° de ciclos

Tiempo muerto total por día = (26.47 min + 2.6 min – 15min) x 10 ciclos

Tiempo muerto total por día = 14.07 x 10 ciclos

Tiempo muerto total por día = 140.7 minutos

- **Tiempo muerto de viaje del volquete por pendiente inadecuada:**

Tiempo de ciclo actual = 26.47 min

Tiempo de ciclo pendiente modificada = 23.2 min (**dato de la tabla 17**)

Tiempo muerto = Tiempo de ciclo actual – Tiempo de ciclo pendiente modificada

Tiempo muerto = 26.47 min – 23.2 min

Tiempo muerto = 3.27 min

Tiempo muerto total por día en el ciclo de acarreo del volquete

Tiempo muerto = 3.27 min

N° de ciclos = 10 ciclos

Tiempo muerto total por día = Tiempo muerto x n° de ciclos

Tiempo muerto total por día = 3.27 min x 10 ciclos

Tiempo muerto total por día = 32.7 min

Tabla 10. Tiempo muerto por día en el ciclo de acarreo

Tiempo muerto en el ciclo de acarreo	3.27 min
N° de ciclos	10 ciclos
Tiempo muerto total por día	32.7 minutos

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10, se muestra el tiempo muerto por día en el ciclo de acarreo. Donde el tiempo muerto del ciclo de acarreo es de 3.27, siendo la diferencia del ciclo del volquete con la pendiente actual y con la pendiente optimizada. Multiplicado por los 10 ciclos se tiene un el tiempo muerto por día de 32.7 minutos en el ciclo de acarreo.

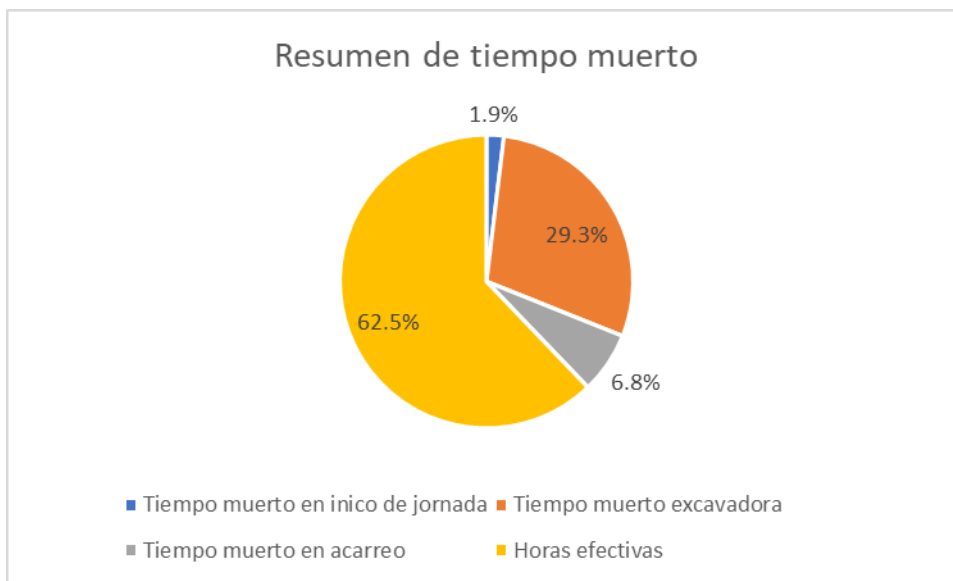
Tabla 11. Resumen de tiempos muertos por día

PROCESO	ACTIVIDAD	PROBLEMA	Tiempo muerto
Corte y carguío	Inicio de jornada	Tiempo perdido al inicio de jornada turno mañana	9.2 min
	Tiempo de espera de excavadora	Tiempo perdido que la excavadora espera que termine el ciclo del camión	140.7 min
Acarreo	Tiempo de viaje volquete cargado	Pendiente inadecuada retrasa el tiempo del volquete	32.7 min
	Tiempo de viaje volquete vacío	Pendiente inadecuada retrasa el tiempo del volquete	
Tiempo muerto total			182.6 min/día

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se muestra el resumen de los tiempos muertos por día, de acuerdo a los problemas identificados anteriormente. Donde se tiene que el tiempo por inicio de la jornada es de 9.2 minutos en promedio, el tiempo de la excavadora es de 104.7 minutos y el tiempo muerto en el área de acarreo es de 32.7 minutos. Teniendo un total de 182.6 min/día equivalente a 3 horas. Donde las 5 horas restantes corresponde a las horas efectivas de trabajo.

Gráfico 2. Resumen del tiempo muerto por día



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 02 se muestra el porcentaje de los tiempos muertos en el proceso de carguío y acarreo. Del 100% de las horas de trabajo que corresponde a 8 horas laborales se tiene un 1.9% en el inicio de la jornada laboral, en la espera de la excavadora se tiene un 29.3% y en el acarreo un 6.8% teniendo un total de 38% de tiempo perdido equivalente 3 horas de trabajo en las áreas de carguío y acarreo. Y un 62.5% de horas efectivas que solo corresponde a 5 horas.

4.4 Optimización de los tiempos muertos

De acuerdo a la tabla anterior del resumen de tiempos muertos totales obtenidos en el corte, carguío, acarreo y el transporte. Se realiza la optimización de estos tiempos muertos para mejorar la producción.

4.4.1 Optimización de tiempos muertos en el inicio de jornada

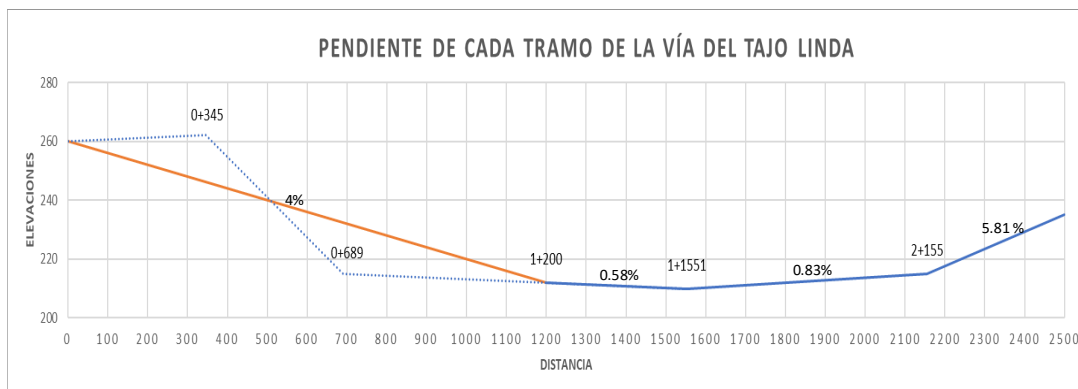
Para la optimización de los tiempos muertos al inicio de la jornada laboral se debe tener más compromiso y responsabilidad de la persona a cargo de área. Ya que existe un perdida tiempo de 9.2 minutos, y eso en costo significa que pérdidas económicas. Por ello, se hace la aclaración que para optimizar el tiempo muerto identificado en el inicio de jornada hace falta el compromiso y responsabilidad en la supervisión del área.

4.4.2 Optimización de tiempos muertos en el punto de acarreo

Para la optimización de los tiempos muertos en el acarreo, fue necesario calcular el tiempo que se demora el volquete en realizar su ciclo modificando la pendiente actual. Se presenta el cálculo a continuación:

Cálculo del tiempo del ciclo del volquete con pendiente optimizada

Gráfico 3. Pendiente de cada tramo de la vía optimizada



Fuente: Elaboración propia

En el grafico 03, se muestra la pendiente optimizada del tramo con gradiente muy pronuncia. Realizando el cálculo correspondiente obtenemos un 4% de pendiente lo que indica que es óptima para el acarreo de los volquetes. Además de ello, se

recalca que se realizó un levantamiento topográfico para obtener esta pendiente optimizada.

Costos de material de corte y relleno

De acuerdo al cálculo de la pendiente optimizada se realizó el costo total para el corte y relleno del material. De la misma manera la duración del trabajo.

Tabla 12. Corte y relleno respecto al área, ancho y volumen

	Área (m^2)	Ancho de la vía m	Volumen (m^3)
Material de corte	4160	4	16 640
Material de relleno	6020	4	24 080

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, se muestra el corte y relleno respecto al área, ancho y volumen. Donde el área total para el corte es de 4160 metros, que multiplicado por el ancho de la vía que tiene 4 metros, obtenemos un volumen de $16\ 640\ m^3$. Mientras que el material de relleno es de 6020 metros con un ancho de 4 metros, teniendo un volumen de $24\ 080\ m^3$. Indicando que el material de relleno es superior al de corte teniendo con $7440\ m^3$ de relleno restante.

Tiempo fijo = 2.6 (Tiempo que se demora la excavadora en llenar el volquete)

Tiempo de descarga = 0.2 min (Tiempo que se demora el volquete en descarga)

Tiempo variable = 3 min (Tiempo que el volquete demora de ida y regreso)

Tiempo total = 5.8 (tiempo que se demora el volquete en hacer su ciclo)

$$\text{Capacidad del volquete} = 10.3\ m^3 \times 2 = 20.6\ m^3$$

$$\text{Capacidad del volquete/hora} = \left(\frac{20.6}{5.8} \right) * 60\ \text{min} = 213.1\ m^3/\text{hr}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1}{213.1} = 0.0047$$

$$\text{Material de corte} = 16\ 640\ m^3 \times 0.78\ \$/m^3 = 12\ 973\ \$$$

$$12\,973 \times 4 = 51\,892 \text{ soles}$$

$$213.1 \text{ m}^3/\text{hr} \times 5 \text{ hr} = 1066 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\frac{16\,640 \text{ m}^3}{1066 \text{ m}^3/\text{Día}} = 16 \text{ días de trabajo}$$

$$\text{Material de relleno} = 16\,640 \text{ m}^3 \times 0.784 \text{ \$/m}^3 = 13\,045 \text{ \$}$$

$$13\,045 \times 4 = 52\,180 \text{ soles}$$

$$213.1 \text{ m}^3/\text{hr} \times 5 \text{ hr} = 1066 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\frac{16\,640 \text{ m}^3}{1066 \text{ m}^3/\text{día}} = 16 \text{ días de trabajo}$$

Tiempo fijo = 2.6 (Tiempo que se demora la excavadora en llenar el volquete)
 Tiempo de descarga = 0.2 min (Tiempo que se demora el volquete en descarga)
 Tiempo variable = 10 min (Tiempo que el volquete demora de ida y regreso)
 Tiempo total = 12.8 (tiempo que se demora el volquete en hacer su ciclo)

$$\text{Capacidad del volquete} = 10.3 \text{ m}^3 \times 2 = 20.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad del volquete/hr} = \left(\frac{20.6}{12.8} \right) \times 60 = 96.6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Rendimiento} = 1/96.6 = 0.0103$$

$$\text{Material de relleno faltante} = 7\,440 \text{ m}^3 \times 1.706 \text{ \$/m}^3 = 12\,690 \text{ \$}$$

$$12\,690 \times 4 = 50\,760 \text{ soles}$$

$$96.6 \text{ m}^3/\text{hr} \times 5 \text{ hr} = 483 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\frac{7440 \text{ m}^3}{483 \text{ m}^3/\text{día}} = 15 \text{ días de trabajo}$$

Tabla 13. Relación de costo, volumen y tiempo del corte y relleno

		Volumen (m^3)	Costo Soles/m^3	Costo total (S/.)	Duración (días)
Material de corte		16 640	3.12 (tabla 14)	51, 892	16
Material de relleno	Relleno de material de corte	16 640	3.14 (tabla 15)	52, 170	16
	Material por rellenar	7 440	6.82 (tabla 16)	51, 203	15

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se muestra que la inversión total para el corte y relleno es de 154,832 soles, del cual es exclusividad de la empresa, se realizó con el apoyo de la empresa y con la ayuda de sus trabajadores que laboran para la empresa la misma que perciben un sueldo mensual. Con un costo de 3.12 soles/ m^3 para el corte de material, 3.14 soles/ m^3 para el relleno del material y un 6.82 soles/ m^3 para el relleno faltante que es material detrítico de la misma cantera. De esta manera, se procedió a realizar el cálculo de la obtención del costo total para la reducción de la pendiente a 4%.

$$\text{Volumen} \times \text{Costo soles}/m^3 = \text{Costo total}$$

$$\text{Material de corte} = 16640 \text{ m}^3 \times 3.12 \text{ S}/m^3 = \text{S}/.51, 892$$

$$\text{Material de relleno} = 16640 \text{ m}^3 \times 3.14 \text{ S}/m^3 = \text{S}/. 52,170$$

$$\text{Material para rellenar} = 7440 \text{ m}^3 \times 6.82 \text{ S}/m^3 = \text{S}/. 51, 203$$

$$\text{Costo del corte y relleno} = \text{S}/ 51,892 + \text{S}/ 52,170 + \text{S}/ 51,203 = \text{S}/.154, 832$$

De tal manera, se señala que el costo para la reducir la pendiente de 13.7% a 14% es de S/.154, 832. Donde este monto es inversión exclusiva por parte de la

empresa minera, realizada con la ayuda de sus trabajadores y equipos con un tiempo de 31 días de trabajo.

Tabla 14. Costos de corte del material

COSTOS DE CORTE					
COSTO DE EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO POR HORA	COSTO UNIT.	%
			C=A*B	D=C*R	
Herramientas	5	1	5	0.02	3.010
Excavadora	1	80	80	0.38	48.152
Volquete 15 m3	2	35	70	0.33	42.133
Costo \$/m3				0.73	93.29
COSTO DE MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	PAGO POR HR	COSTO POR HORA	COSTO UNIT.	%
			C=A*B	D=C*R	
Operador de Excavadora	1	2.04	2.04	0.01	1.23
Chofer de volquete	2	2.62	5.24	0.02	3.15
Ayudante	2	1.93	3.86	0.02	2.323
Costo \$/m3				0.05	6.71
RESUMEN DE COSTO					
Costo total \$/m3				0.780	100
Costo total Soles/m3				3.12	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se muestra los costos que fueron consignados para el corte de material en el movimiento de tierras. En la tabla se muestra los costos de equipo que fueron de 0.73 \$/m³ y los costos de mano de obra que fueron de 0.05 \$/m³. El volumen total fue de 16 640 m³ con un costo total de 0.78 \$/m³ que equivale a 3.12 soles/m³

Tabla 15. Costos de relleno del material

COSTO DE RELLENO					
COSTO DE EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO POR HORA	COSTO UNIT.	%
			C=A*B	D=C*R	
Herramientas	2	1	2	0.02	2.552
Tractor	1	65	65	0.31	38.915
Rodillo Liso	1	45	45	0.21	26.941
Motoniveladora	0.5	60	30	0.14	17.961
Cisterna	0.5	25	12.5	0.06	7.484
Costo \$/m3				0.736	93.851
COSTO DE MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	PAGO POR HR	COSTO POR HORA	COSTO UNIT.	%
			C=A*B	D=C*R	
Operador de Tractor	1	2.04	2.04	0.01	1.221
Operador de Rodillo	1	2.04	2.04	0.01	1.221
Operador de Motoniveladora	0.5	2.04	1.02	0.00	0.611
Chofer de volquete	0.5	2.62	1.31	0.01	0.784
Ayudante	2	1.93	3.86	0.02	2.311
Costo \$/m3				0.05	6.149
RESUMEN DE COSTO					
Costo total \$/m3				0.783	100
Costo total Soles/m3				3.14	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se muestra los costos que fueron consignados para el relleno con el material del movimiento de tierras. En la tabla se muestra los costos de equipo que fueron de 0.736 \$/ m³ y los costos de mano de obra que fueron de 0.05 \$/ m³. El volumen total fue de 16 640 m³ con un costo total de 0.783 \$/ m³ que equivale a 3.14 soles/ m³

Tabla 16. Costos de relleno faltante

COSTO DE RELLENO FALTANTE					
COSTO DE EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO POR HORA	COSTO UNIT.	%
			C=A*B	D=C*R	
Herramientas	2	1	2	0.02	1.173
Tractor	1	65	65	0.67	39.465
Rodillo Liso	1	45	45	0.47	27.322
Motoniveladora	0.5	60	30	0.31	18.215
Cisterna	0.5	25	12.5	0.13	7.589
Costo \$/m3				1.599	93.764
COSTO DE MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	PAGO POR HR	COSTO POR HORA	COSTO UNIT.	%
			C=A*B	D=C*R	
Operador de Tractor	1	2.04	2.04	0.02	1.239
Operador de Rodillo	1	2.04	2.04	0.02	1.239
Operador de Motoniveladora	0.5	2.04	1.02	0.01	0.619
Chofer de volquete	0.5	2.62	1.31	0.01	0.795
Ayudante	2	1.93	3.86	0.04	2.344
Costo \$/m3				0.11	6.236
RESUMEN DE COSTO					
Costo total \$/m3				1.706	100
Costo total Soles/m3				6.82	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se muestra los costos del material del relleno faltante para completar el volumen total del relleno. En la tabla se muestra los costos de equipo que fueron de 1.599 \$/m³ y los costos de mano de obra que fueron de 0.11 \$/m³. El costo total fue de 1.706 \$/m³ que equivale a 6.82 soles/m³.

Entonces para el relleno de material se considera la capa de rodadura de la vía, donde se menciona que sin presencia de deformaciones, empozamientos o cualquier otro elemento no asegura tener un continuo tránsito de los volquetes. Por ello a continuación se considera el lastrado para pendiente reducida, donde se contempla los equipos a utilizar y el volumen del lastrado.

Lastrado para la pendiente optimizada

Un lastrado óptimo se realiza con los equipos que tenga la empresa minera que puede ser el cargador Cat 966H, del cual extenderán el material descargado en el tramo Km 0 a Km 1 + 200 Km donde se corta y se rellena el material. Seguidamente las motoniveladoras se utilizan solo para refinar el terreno lastrado, de tal forma que el material que pueda quedar sobresalido, después del trabajo de lastrado, sea eliminado y la superficie que totalmente plana y sin desniveles que perjudique el transporte del material.

Tabla 17. Equipos para realizar el lastrado

EQUIPOS	CAPACIDAD
01 Cargador frontal Cat 966H	2.5 m3
01 Motoniveladora	
01 Rodillo Liso	
01 Tractor	
01 Retroexcavadora	
01 Cisterna	3000 lts.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestran los equipos para el lastrado de la vía optimizada. Teniendo un total de 06 equipos para este proceso. De la misma manera se sustenta que estos equipos son parte de la empresa minera Sulluscocha.

Especificaciones del lastrado:

- ✓ Ancho de la vía: 4.0 m
- ✓ Potencia del lastrado: 0.2 m

✓ Área de lastrado: $2 m^2$

Tabla 18. Especificaciones del lastrado

Tramos	Ancho (m)	Potencia (m)	Longitud (m)	Volumen del lastrado (m ³)
Tramo 1	4	0.2	1200	960
Tramo 2	4	0.2		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, se muestra los tramos para el lastrado, considerando el ancho de la vía de 4 metros, con una potencia de 0.2, con una longitud de 1200 metros del tramo 1 y tramo 2. Donde se tiene un volumen total del lastrado de $960 m^3$. Teniendo en cuenta que el lastrado se tendrá una vía más uniforme y adecuada para el tránsito de los volquetes sin tener algún tipo de riesgo para el transporte del mineral a la zona de acopio.

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 0 a Km 1 + 200 Km

Altura = 48 m

Distancia = 1200 m

$$Pendiente = \frac{Altura}{Distancia} \times 100\%$$

$$Pendiente = \frac{48 m}{1200 m} \times 100\%$$

$$Pendiente = 4 \%$$

$$Distancia\ inclinada = \sqrt{(Distancia)^2 + (altura)^2}$$

$$Distancia\ inclinada = \sqrt{(1200)^2 + (48)^2}$$

$$Distancia\ inclinada = 1200.96m$$

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 12 km/h (velocidad del volquete con resistencia a la rodadura)

Distancia inclinada del tramo: 1.201 km

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{1.201 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 6 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 15 km/h (velocidad del volquete con pendiente)

Distancia inclinada del tramo: 1.201 km.

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{1.201 \textit{ km}}{15 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 4.8 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 1+200 a Km 1 + 551

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 12 km/h

Distancia: 0.351 km

Pendiente: 0.58 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.351 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 1.75 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 15 km/h

Distancia: 0.351 km

Pendiente: 0.58 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.351 \textit{ km}}{15 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 1.4 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 1 + 551 a Km 2 + 155

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 12 km/h

Distancia: 0.603 km

Pendiente: 0.83 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.603 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 3.02 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 15 km/h

Distancia: 0.603 km

Pendiente: 0.83 % (Pendiente despreciable – casi horizontal)

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.603 \textit{ km}}{15 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 2.43 \textit{ min}$$

Cálculo del tiempo del volquete en el tramo Km 2 + 515 a Km 2 + 500

Distancia: 345 m

Altura: 20 m

Pendiente: 5.8 %

$$\textit{Distancia inclinada} = \sqrt{(\textit{Distancia})^2 + (\textit{altura})^2}$$

$$\textit{Distancia inclinada} = \sqrt{(345)^2 + (20)^2}$$

$$\textit{Distancia inclinada} = 345.57 \textit{ m}$$

Tiempo del volquete cargado

Velocidad del volquete: 10 km/h (velocidad del volquete con pendiente)

Distancia inclinada del tramo: 0.34557 km

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = \frac{0.34557 \textit{ km}}{10 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete cargado} = 2.07 \textit{ min}$$

Tiempo del volquete vacío

Velocidad del volquete: 12 km/h (velocidad del volquete con resistencia a la rodadura)

Distancia inclinada del tramo: 0.34557 km

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad del volquete}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = \frac{0.34557 \textit{ km}}{12 \textit{ km/h}} \times 60$$

$$\textit{Tiempo del volquete vacío} = 1.73 \textit{ min}$$

Tabla 19. Resumen del tiempo en el ciclo de acarreo optimizado

Descripción	Tiempo en minutos
Tiempo de ciclo de acarreo cargado	12.84
Tiempo de descarga de material en área de acopio	0.10
Tiempo de ciclo de acarreo vacío	10.36
Tiempo total	23.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se aprecia el resumen del tiempo en el ciclo del acarreo optimizado, donde el tiempo en el ciclo de acarreo cargado es de 12.84 minutos. El tiempo de descarga del material en área de acopio es de 0.10 minutos y el tiempo del ciclo de acarreo vacío es de 10.36 minutos, haciendo un tiempo total de 23.2 minutos.

4.4.3. Optimización del tiempo muerto en el ciclo de la excavadora

Datos:

Tiempo de ciclo acarreo con pendiente modificada = 23.2 min

Tiempo de carguío = 2.6 min (dato de la tabla 03)

Horas de trabajo = 5 horas por día (Horas de trabajo del volquete)

$$N^{\circ} \text{ de ciclos con pendiente modificada} = \frac{\text{Horas de trabajo}}{\frac{(\text{tiempo de ciclo de acarreo} + \text{Tiempo de carguío})}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{\frac{(23.2 \text{ min} + 2.6 \text{ min})}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{\frac{25.8 \text{ min}}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{0.43}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = 11.6$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = 12$$

Tiempo muerto total por día en el ciclo de la excavadora

Tiempo de ciclo de acarreo = 23.2 min

Tiempo de carguío = 2.6 min

Tiempo de corte = 15 min (tiempo intermedio en que la excavadora realiza un corte para llenar el siguiente camión)

N° de ciclos = 12 ciclos

Tiempo muerto total por día = (Tiempo ciclo de acarreo + tiempo de carguío - tiempo de corte) x n° de ciclos

Tiempo muerto total por día = (23.2 min + 2.6 min - 15min) x 12 ciclos

Tiempo muerto total por día = 10.8 min x 12 ciclos

Tiempo muerto total por día = 129.6 minutos

Tabla 20. Tiempo optimizado en la excavadora

Tiempo de espera de excavadora con pendiente 13.7 %	140.7 min
Tiempo de espera de excavadora con pendiente 4%	129.6 min
Tiempo optimizado	11.1 min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se muestra el tiempo optimizado en la excavadora donde el tiempo de espera es de 140.7 minutos por día con una pendiente de 13.7%, es decir por las horas de trabajo efectivo que son 5 horas. Mientras que al mejorar la pendiente a un 4% según el cálculo, se tiene un tiempo de espera de 129.6 minutos por día. Teniendo un tiempo optimizado de 11.1 minutos por día en la espera de la excavadora.

- **Optimización del tiempo de viaje volquete cargado**

Tabla 21. Tiempo optimizado en el ciclo del volquete cargado

Tiempo volquete cargado pendiente 13.7 %	15.3 min
Tiempo volquete cargado pendiente 4 %	12.84 min
Tiempo optimizado	2.46 min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, se evidencia el tiempo que se optimizó con ambas pendientes. Es decir, cuando el volquete iba cargado a la zona de acopio con una pendiente de 13.7% se tenía un tiempo de 15.3 minutos. Sin embargo, realizando la pendiente adecuada de 4% se redujo el tiempo a 12.84 minutos. Indicando la reducción de 2.46 minutos en la ida del volquete cargado.

Cálculo del tiempo muerto total por día en el ciclo del volquete cargado

Tiempo muerto = 2.46 min

Nº de ciclos = 12 ciclos

Tiempo optimizado total por día

= Tiempo muerto x nº de ciclos con pendiente modificada

Tiempo optimizado total por día = 2.46 min x 12 ciclos

Tiempo optimizado total por día = 29.52 min

- **Optimización del tiempo de viaje volquete vacío**

Tabla 22. Tiempo optimizado de viaje volquete vacío

Tiempo volquete vacío pendiente 13.7 %	11.07 min
Tiempo volquete vacío pendiente 4 %	10.36 min
Tiempo optimizado	0.71 min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22, se evidencia el tiempo que se optimizó con ambas pendientes. Es decir, cuando el volquete regresaba vacío de la zona de acopio con una pendiente de 13.7% se tenía un tiempo de 11.07 minutos. Sin embargo, realizando la pendiente adecuada de 4% se redujo el tiempo a 10.36 min. Indicando la reducción de 0.71 minutos en el regreso del volquete vacío.

Cálculo del tiempo muerto total por día en el ciclo del volquete vacío

Tiempo muerto total por día en el ciclo de acarreo del volquete

Tiempo muerto = 0.71 min

N° de ciclos = 12 ciclos

Tiempo optimizado total por día

= Tiempo muerto x n° de ciclos con pendiente modificada

Tiempo optimizado total por día = 0.71 min x 12 ciclos

Tiempo optimizado total por día = 8.52 min

4.4.6. Optimización de las condiciones de la vía en el Tajo Linda

- **Vías de acarreo angostas:**

Las vías son angostas, lo cual no tiene el ancho adecuado para poder realizar las actividades. De acuerdo al reglamento el ancho de una vía adecuada debe ser de 6 metros, depende también de los carriles que se quiera tener, pero a la fecha no se está cumpliendo de acuerdo al reglamento de minería. De acuerdo a ello se presenta la siguiente expresión:

$$A = a(0.5 + 1.5n)$$

A: Ancho de la vía (m)

a: Ancho del volquete (m)

n: Número de carriles requeridos

Entonces para realizar el cálculo del ancho de las vías, se tomó en cuenta el volquete Mercedes Benz Actros, el cual tiene un ancho de 3.4 metros y dos carriles ya que será una vía con doble sentido.

$$A = 3.4m(0.5 + 1.5(2)) = 12m$$

Con una vía de 12 metros de ancho de vía permite el paso de 2 volquetes, en ambos sentidos.

Tabla 23. Tiempo optimizado modificando la vía

Tiempo optimizado con 1 volquete	23.2 min
Tiempo optimizado con 2 volquetes	46.4 min

Tiempo optimizado	23.2 min
--------------------------	-----------------

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se muestra que el tiempo optimizado para un volquete es de 23.2 minutos, mientras que el tiempo optimizado con dos volquetes es de 46.4 minutos de la misma forma es se tiene un tiempo total optimizado de 23.2 minutos en el punto de acarreo.

- **Muros de seguridad**

Para dar mayor seguridad en las vías y tener muros adecuados se realiza mediante la siguiente expresión:

$$\textit{Altura del muro} = \frac{3}{4} \times H \textit{ del neumático del equipo de acarreo}$$

$$\textit{Altura del muro} = \frac{3}{4} \times 1.13 = 0.84 \textit{ m}$$

Tabla 24. Resumen del tiempo optimizado

PROCESO	ACTIVIDAD	Tiempo optimizado
Corte y carguío	Tiempo de espera de excavadora	23.2 min
Acarreo	Tiempo de viaje volquete cargado	29.52 min
	Tiempo de viaje volquete vacío	8.52 min
Vía Tajo Linda	Tiempo de espera de excavadora	23.2 min
Tiempo optimizado total		84.44 min

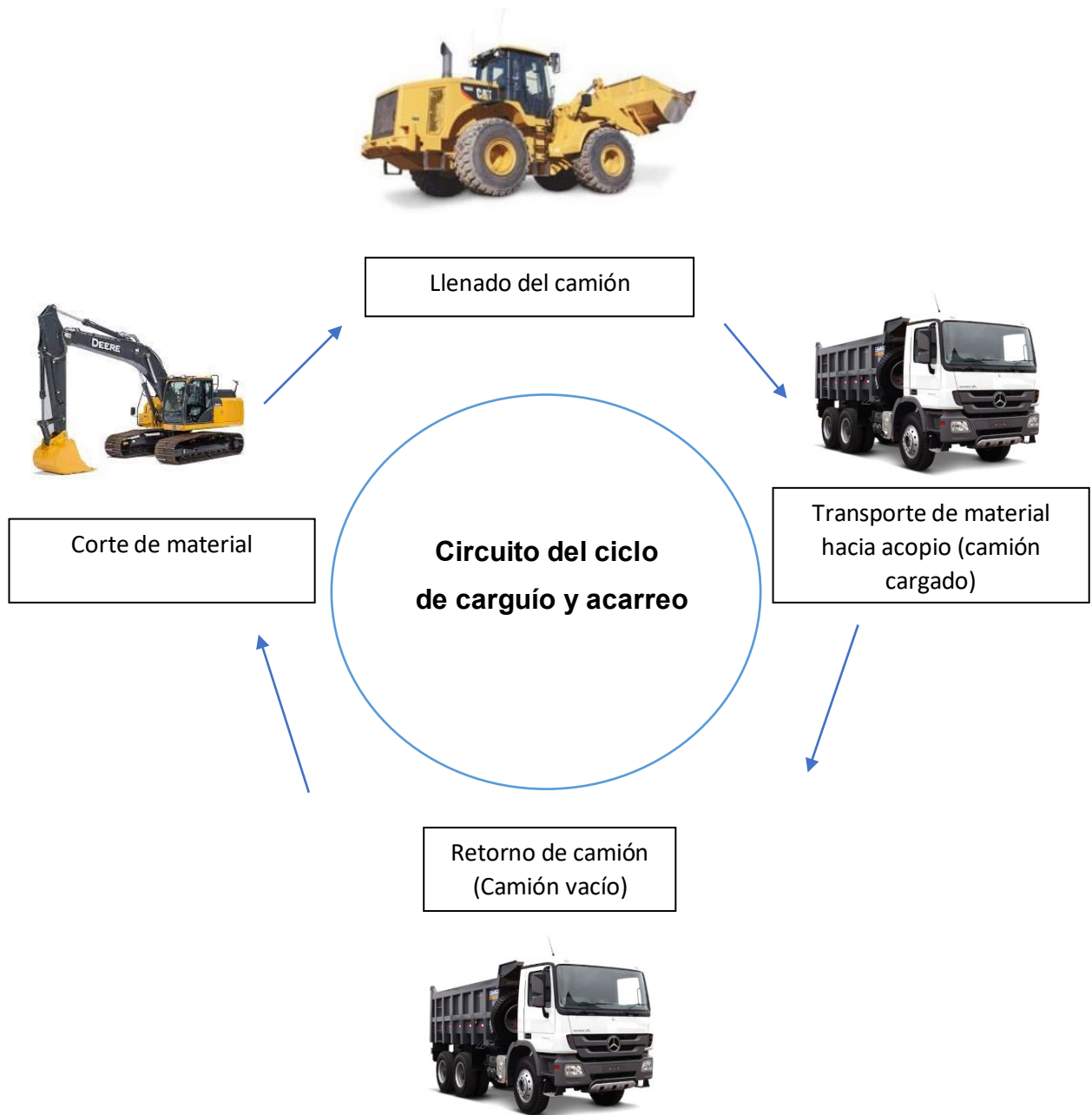
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, se aprecia que el tiempo optimizado de las horas perdidas o tiempos muertos. Como se observa que el tiempo optimizado en la espera de la excavadora es de 23.2 minutos, el tiempo optimizado en el viaje del volquete cargado es de 29.52 minutos, el tiempo optimizado del volquete vacío es de 8.52 minutos y finalmente el tiempo optimizado por la vía es de 23.2 minutos, haciendo un tiempo total optimizado de 84.44 minutos. Donde indica que, de las 3 horas que se tenía de tiempos muertos anteriormente en los procesos, se redujo una 1

hora y 40 minutos en los procesos de corte y carguío, acarreo y la vía del Tajo Linda.

4.5. Incremento de la producción de Illitas de 200 Tn a 400 Tn/día

Ciclo de producción



Fuente: Elaboración propia

4.5.1 Análisis de la producción actual en el Tajo Linda

- **Capacidad real de la excavadora**

Datos:

Capacidad del cucharón = 3 m^3

Factor de llenado = 90%

Factor de esponjamiento = 1.3

$$\text{Capacidad real} = \frac{\text{Capacidad del cucharón} \times \text{factor de llenado}}{\text{Factor de esponjamiento}}$$

$$\text{Capacidad real} = \frac{3 \times 90\%}{1.3}$$

$$\text{Capacidad real} = 2.07 \text{ m}^3 (\text{conversión de m}^3 \text{ a Tn por factor } 1.69 \text{ Tn/m}^3)$$

$$\text{Capacidad real} = 3.51 \text{ Toneladas}$$

Donde se obtuvo una capacidad real de 3.51 toneladas para la excavadora.

Tabla 25. Ciclo de la excavadora para corte

Proceso	Tiempo (Segundos)
Posicionamiento de la excavadora	2.3
Desbroce de material	18.8
Giro y desplazamiento de la excavadora	14.8
Descarga de material	10.4
Giro y desplazamiento de la excavadora	12.2
Total	58.5

Fuente: Elaboración propia.

Total 58.5 segundos equivale a 0.975 min

Capacidad horaria

$$Capacidad\ horaria = \left(\frac{Capacidad\ de\ la\ excavadora}{Tiempo\ de\ ciclo} \right) 60\ min$$

$$Capacidad\ horaria = \left(\frac{3.51}{0.975min} \right) 60\ min$$

$$Capacidad\ horaria = 216\ Tn/hr$$

- **Capacidad del cargador frontal**

Datos:

Capacidad del cucharón = 2.5 m³

Factor de llenado = 90%

Factor de esponjamiento = 1.3

$$Capacidad\ real = \frac{Capacidad\ del\ cucharón\ x\ factor\ de\ llenado}{Factor\ de\ esponjamiento}$$

$$Capacidad\ real = \frac{2.5\ x\ 90\%}{1.3}$$

$$Capacidad\ real = 1.73\ m^3\ (Conversion\ de\ m^3\ a\ Tn\ por\ factor\ 1.69\ tn/m^3)$$

$$Capacidad\ real = 2.93\ Toneladas$$

Donde se obtuvo una capacidad real de 2.93 toneladas para el cargador frontal.

Tabla 26. Ciclo de cargador frontal para carguío

Proceso	Tiempo (Segundos)
Posicionamiento del cargador	1.5
Cargado de material	3.2
Retroceso y giro	2.2
Ida y descarga de material	7.7
Retorno	5.2
Total	19.8

Fuente: Elaboración propia

$$N^{\circ} \text{ de cucharadas} = \frac{\text{capacidad de la tolva}}{\text{capacidad del cucharón}}$$

$$N^{\circ} \text{ de cucharadas} = \frac{17.4 \text{ tn}}{2.93 \text{ tn}}$$

$$N^{\circ} \text{ de cucharadas} = 6 \text{ cucharadas}$$

La excavadora necesita 6 cucharadas para llenar un volquete

Total 19.8 segundos equivale a 0.33 min. Teniendo en cuenta que son 6 cucharadas da un total de 1.98 min que demora en cargar el volquete.

Capacidad horaria

$$\text{Capacidad horaria} = \left(\frac{\text{Capacidad del cargador}}{\text{Tiempo de ciclo}} \right) \times 60 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad horaria} = \left(\frac{2.93 \text{ tn}}{1.98 \text{ min} + 0.14 \text{ min}} \right) \times 60 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad horaria} = 82.92 \text{ Tn/hr}$$

- **Capacidad real del volquete**

Para determinar la capacidad real de los volquetes se tomaron en cuenta algunos parámetros: como la densidad del material, capacidad de la tolva del volquete y el porcentaje de llenado total.

Datos:

Capacidad de la tolva = 15 m³

Factor de llenado = 90%

Factor de esponjamiento = 1.3

$$\text{Capacidad real} = \frac{\text{Capacidad de la tolva} \times \text{factor de llenado}}{\text{Factor de esponjamiento}}$$

$$\text{Capacidad real} = \frac{15 \times 90\%}{1.3}$$

$$\text{Capacidad real} = 10.3 \text{ m}^3 \text{ (Conversión de m}^3 \text{ a Tn por factor 1.69 tn/m}^3\text{)}$$

$$\text{Capacidad real} = 17.4 \text{ Tonledas}$$

Donde se obtuvo una capacidad real es de 17.4 toneladas para el volquete

Capacidad horaria

$$\text{Capacidad horaria} = \left(\frac{\text{Capacidad del volquete}}{\text{Tiempo de ciclo}} \right) \times 60 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad horaria} = \left(\frac{17.4 \text{ tn}}{23.2 \text{ min} + 1.98 \text{ min}} \right) \times 60 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad horaria} = 41.46 \text{ Tn/hr}$$

- **Cálculo de la producción de la cantera actual**

Producción de la cantera actual = capacidad de la tolva x nº de ciclos del volquete

$$\text{Producción de la cantera} = 17.4 \text{ tn} \times 10$$

$$\text{Producción de la cantera} = 174 \text{ tn por día}$$

La cantera produce de 174 Tn por día.

4.5.2 Análisis de la producción optimizando los tiempos muertos

Datos:

Tiempo de ciclo acarreo actual = 23.2 min (**dato de la tabla 17**)

Tiempo ciclo excavadora = 2.6 min (**dato de la tabla 03**)

Horas de trabajo = 5 horas por día

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{\text{Horas de trabajo}}{\frac{(\text{tiempo de ciclo de acarreo} + \text{tiempo ciclo excavadora})}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{\frac{(23.2 \text{ min} + 2.6 \text{ min})}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{\frac{25.8 \text{ min}}{60 \text{ min}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{5 \text{ hrs}}{0.43 \text{ hrs}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = 11.62$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = 12 \text{ ciclos}$$

La optimización de los tiempos muertos genera que el volquete realice más ciclos, aumentando la producción. De acuerdo al cálculo que se realiza a continuación:

$$\textit{Producción de la cantera} = \textit{capacidad de la tolva} \times \textit{n}^\circ \textit{ de ciclos del volquete}$$

$$\textit{Producción de la cantera} = 17.4 \textit{ tn} \times 12$$

$$\textit{Producción de la cantera} = 208 \textit{ tn por día}$$

- **Aumentando la producción:**

Mineral: 416 Tn

Tiempo efectivo de trabajo: 6hrs

$$\textit{Tonelaje diario} = \frac{\textit{Mineral a extraer}}{\textit{Horas efectivas}}$$

$$\textit{Tonelaje diario} = \frac{416 \textit{ Tn}}{6 \textit{ hrs}}$$

$$\textit{Tonelaje diario} = 69.3 \textit{ Tn/h}$$

$$\textit{Factor productivo} = \frac{5 \textit{ hrs} \times 60}{6 \textit{ hrs} \times 60} \times 100\%$$

$$\textit{Factor productivo} = 83.3\%$$

$$\textit{Tn por volquete} = \frac{60 \textit{ min} \times 83\% \times 25 \textit{ Tn}}{28 \textit{ min}}$$

$$\textit{Tn por volquete} = 44.625 \textit{ Tn/h}$$

$$\textit{N}^\circ \textit{ de volquetes} = \frac{69.3 \textit{ Tn/h}}{44.625 \textit{ Tn/hr}}$$

$$\textit{N}^\circ \textit{ de volquetes} = 1.55$$

$$\textit{N}^\circ \textit{ Número de volquetes} = 2$$

Capacidad de tolva= 17.4Tn

N° de ciclos = 12

N° de volquetes = 2

$$\textit{Producción final} = \textit{capacidad de tolva} \times \textit{n}^\circ \textit{ de ciclos del volquete} \times \textit{n}^\circ \textit{ de volques}$$

$$\text{Producción final} = 17.4 \text{ tn} \times 12 \times 2$$

$$\text{Producción final} = 416 \text{ tn}$$

El resultado de la producción final es de 416 Tn, de las cuales 16 toneladas serán para reservas ante alguna emergencia. La producción real es de 400 toneladas de acuerdo a lo solicitado por la empresa Celima Trébol.

4.5.3 Incremento de la producción de illitas en el Tajo Linda

A continuación, se evidencia que la producción del Tajo Linda aumentó a 200 Tn/día lo equivale al 50% más de producción diaria, de esta manera se aprecia en la siguiente tabla y gráfico:

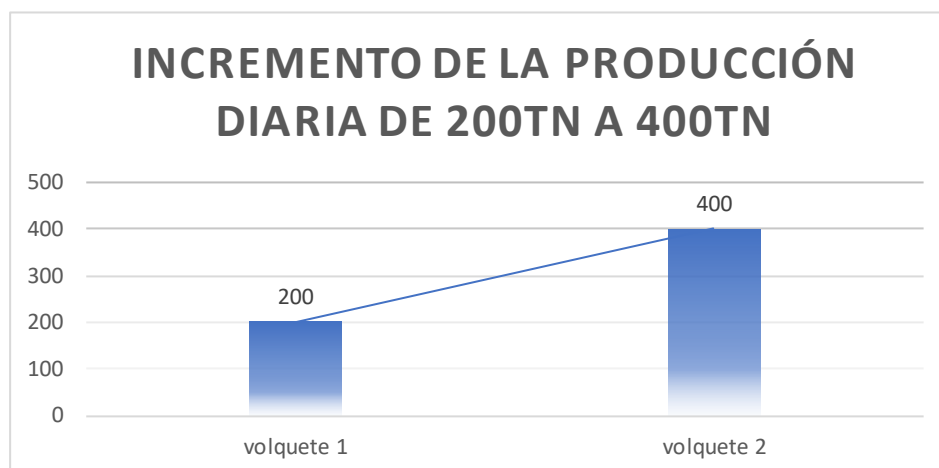
Tabla 27. Incremento de toneladas de arcilla illitas

	ARCILLA (illitas) (Tn/día)	ARCILLA (illitas) (Tn/mes)	CANTIDAD DE VOLQUETES
Antes de la optimización	174Tn/día	5, 220 Tn/mes	1
Después de la optimización	208 Tn/día	6, 240 Tn/mes	1
Propuesta de producción	416 Tn/día	12, 480 Tn/mes	2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 27, se visualiza que la producción antes y después de la optimización. Donde en primera instancia se tenía una producción de 174 Tn/día equivalente a 5220 Tn/mes. Sin embargo, reduciendo los tiempos muertos existentes en el Tajo Linda se incrementó a 208 Tn/día equivalente a 6,240 Tn/mes. Finalmente, para lograr incrementar la producción requerida se tuvo en cuenta un cálculo de flota óptimo utilizando 2 volquetes de la misma capacidad y mejorando las vías para aumentar los ciclos de acarreo, teniendo una producción final de 416 Tn/día. Donde, el propósito del trabajo es incrementar la producción en base a los problemas que tuvo la empresa minera.

Gráfico 4. Incremento de la producción en el Tajo Linda



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 04 se aprecia que el incremento de la producción, según los cálculos se tuvo aumentar la cantidad de un volquete más de $15 m^3$. Con la finalidad de lograr la producción propuesta, es decir que aumentando un volquete y solucionando todos los problemas que tuvo la empresa minera obtendremos una producción de 400 Tn/día equivalente a 12,000 toneladas mensuales que son requeridas para su comercialización a la empresa Celima Trébol, analizamos que al incrementar la producción también incrementa las ganancias para la empresa minera Sulluscocha.

4.5.3.1 Análisis de producción de 200 Tn/día a 400 Tn/día

Con la información obtenida del precio de la comercialización podemos realizar el cálculo de las ventas mensuales con la producción anterior y después del incremento a 400 Tn/día. Teniendo en cuenta que el costo de comercialización para la empresa Celima Trébol es de 25.6 \$/Tn. De esta manera tener un alcance de las ganancias en beneficio de la compañía minera. **(Ver anexo 23).**

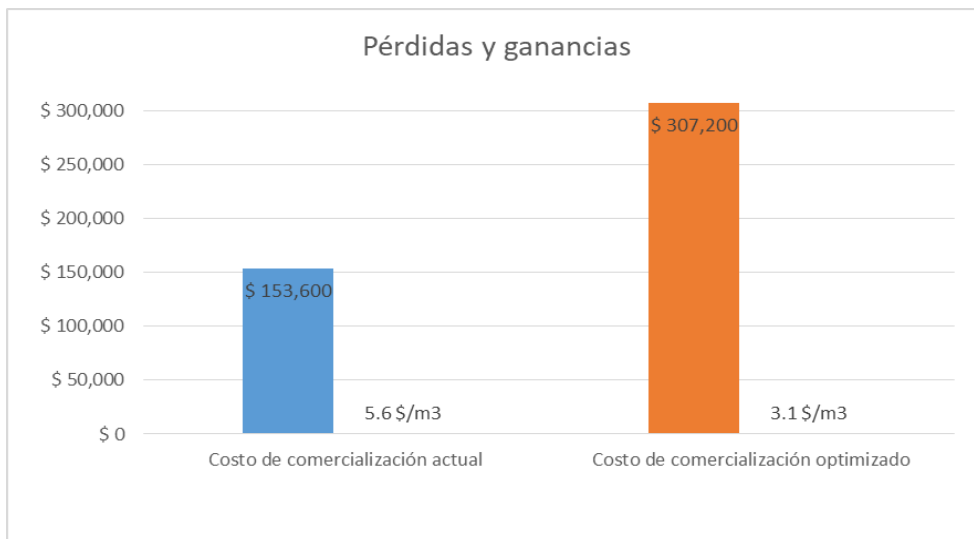
- **Análisis de pérdidas y ganancias**

Costos actuales

El costo de la comercialización actual es de \$ 25.6 la tonelada de arcilla según la empresa minera Sulluscocha.

- **Costo de comercialización actual** = \$ 25.6 *200 Tn/día= 5.120 \$/día
= \$ 5,120 * 30 = 153, 600 \$/mes
- **Costo de producción actual** = \$ 17/Tn costo para extraer
= 5.6 dólares/ m^3 para extraer
- **Costo de comercialización optimizado** = \$ 25.6* 400 Tn= 10, 240 \$/día
= \$10, 240 * 30 = 307, 200 \$/mes
- **Costo de producción optimizado** = \$9.5/Tn costo para extraer
= 3.1 dólares/ m^3 para extraer

Gráfico 5. Pérdidas y ganancias



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 05, se muestra las pérdidas y ganancias donde el costo de comercialización actual por la empresa minera es de 153,600 \$/mes con 200 Tn/día que producía el Tajo Linda. Sin embargo, con la realización de la

optimización de las operaciones se tiene una producción optimizada de 307 200 \$/mes con 400 Tn/día que requería Celima Trébol indicando que la empresa perdía el 50% de lo solicitado. Debido a que no tuvo un asesoramiento técnico anteriormente para sus operaciones mineras.

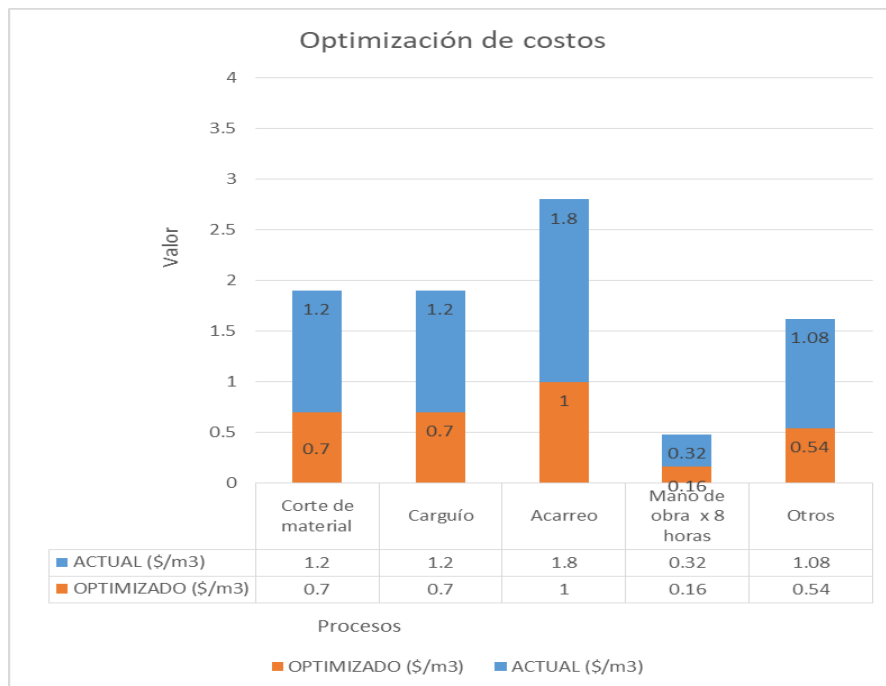
Tabla 28. Costos antes y después de la optimización

PROCESOS	ACTUAL (\$/ m³)	OPTIMIZADO (\$/ m³)
Corte de material	1.2	0.7
Carguío	1.2	0.7
Acarreo	1.8	1
Mano de obra x 8 horas	0.32	0.16
Otros	1.08	0.54
TOTAL	5.6	3.1

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28, se evidencia los costos antes y después de la optimización. Donde se aprecia que los costos de producción actual son de 5.6 \$/ m³, mientras que los costos de producción optimizada son de 3.1 \$/ m³. Obteniendo una ganancia de 2.5 \$/ m³. Debemos recalcar que los costos para reducir la pendiente a 4% no se considera aquí, porque ese costo de la optimización de la pendiente ha sido inversión exclusivamente tomada por la empresa Sulluscocha que lo realizó con el fin de mejorar su producción requerida. De acuerdo a ello, solo se tiene los costos antes y después de la optimización en base a los procesos que realiza la cantera incluyendo mano de obra.

Gráfico 6. Optimización de costos actuales y optimizados



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 06 se muestra la optimización de costos actuales y optimizados. Donde el costo actual en el corte es de $1.2 \$/m^3$, mientras que en el optimizado es de $0.7 \$/m^3$ teniendo una diferencia de $0.5 \$/m^3$. De la misma forma en el carguío el costo actual es de $1.2 \$/m^3$ y en el optimizado es de $0.7 \$/m^3$ teniendo una diferencia de $0.5 \$/m^3$. Seguidamente el costo de acarreo actual es de $1.8 \$/m^3$ y en el optimizado es $1 \$/m^3$ obteniendo una diferencia de $0.8 \$/m^3$. La mano de obra actual es de $0.32 \$/m^3$ y la optimizada es de $0.16 \$/m^3$ y finalmente en otros costos incluye aceites, filtros y llantas teniendo actualmente $1.08 \$/m^3$ y en la optimización se tiene un $0.54 \$/m^3$.

Cálculo de costos

- Corte del material

6 galones por hora x 5 horas = 30 galones

30 x 24 = 720 soles/día

200Tn x 3 = $600 m^3$

$$720/600 \text{ m}^3 = 1.2 \text{ \$/m}^3 \text{ (ver tabla 24)}$$

$$7 \text{ gal/hora} \times 5 \text{ horas} = 35 \text{ galones}$$

$$35 \times 24 = 840 \text{ soles/día}$$

$$400 \text{ Tn} \times 3 = 1200 \text{ m}^3$$

$$840/1200 \text{ m}^3 = 0.7 \text{ \$/m}^3 \text{ (ver tabla 24)}$$

- Carguío

$$6 \text{ galones por hora} \times 5 \text{ horas} = 30 \text{ galones}$$

$$30 \times 24 = 720 \text{ soles/día}$$

$$200 \text{ Tn} \times 3 = 600 \text{ m}^3$$

$$720/600 \text{ m}^3 = 1.2 \text{ \$/m}^3 \text{ (ver tabla 24)}$$

$$7 \text{ gal/hora} \times 5 \text{ horas} = 35 \text{ galones}$$

$$35 \times 24 = 840 \text{ soles/día}$$

$$400 \text{ Tn} \times 3 = 1200 \text{ m}^3$$

$$840/1200 \text{ m}^3 = 0.7 \text{ \$/m}^3 \text{ (ver tabla 24)}$$

- Acarreo

$$9 \text{ galones por hora} \times 5 = 45 \text{ galones}$$

$$45 \times 24 = 1080 \text{ soles/día}$$

$$200 \text{ Tn} \times 3 = 600 \text{ m}^3$$

$$1080/600 \text{ m}^3 = 1.8 \text{ \$/m}^3 \text{ (ver tabla 24)}$$

$$10 \text{ gal/hora} \times 5 \text{ horas} = 50 \text{ galones}$$

$$50 \times 24 = 1200 \text{ soles/día}$$

$$400 \text{ Tn} \times 3 = 1200 \text{ m}^3$$

$$1200/1200 \text{ m}^3 = 1 \text{ \$/m}^3 \text{ (ver tabla 24)}$$

- Mano de obra

Tabla 29. Costos de mano de obra

Personal	Cantidad	Soles/día
Supervisor	1	80 soles
Asistente	1	70 soles
Secretaria	1	50 soles
Capaz	1	60 soles
Operador para la excavadora	1	60 soles
Operador para cargador	1	60 soles
Operadores de volquetes	2	120 soles
Ayudante	1	40 soles
Obreros	4	160 soles
Vigilante	2	80 soles
TOTAL	15	780 soles/día

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 29, se especifica los costos de mano de obra con la cantidad 15 trabajadores para la empresa minera. De la misma forma, se aprecia el monto en soles/día teniendo un costo total de 780 soles por día, equivalente a 195 dólares por día.

$$\text{Costo de mano de obra actual} = 195 / 600 \text{ m}^3 = 0.32 \text{ \$ / m}^3$$

$$\text{Costo de mano de obra optimizado} = 195 / 1200 \text{ m}^3 = 0.16 \text{ \$ / m}^3$$

- Otros

Tabla 30. Costos de implementos y repuestos

Otros costos	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial \$
Implementos			
Casco	1	2.6	2.6
Lentes	1	2.6	2.6
Mascarillas	2	19.5	39
Guantes	1	1.3	1.3
Zapatos	1	26	26
Subtotal			71.5 \$
Repuestos			
Neumáticos	1	390	390

Filtro de aire	1	52	52
Filtro de aceite	1	32.5	32.5
Filtro de combustible	1	32.5	32.5
Aceite de motor	0.5	19.5	9.75
Aceite hidráulico	0.5	19.5	9.75
Aceite de transmisión	1	26	26
Fajas de frenos	1	22.75	22.75
Engrase	0.2	6.5	1.3
Subtotal			576.5 \$
Total			648 \$

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30, se observa la descripción de los otros costos considerados en la producción. Los costos por implementos fueron de 71.5 \$, donde se destacan básicamente los equipos de protección personal y los repuestos en general incluyendo neumáticos, filtros, aceites, fajas y engrase para los equipos. Los costos por repuestos, que son los costos de: neumáticos, filtro de aire, filtro de aceite, filtro de combustible, aceite de motor, etc. Los cuales fueron de 576.5 \$. Sumando un total de 648 \$ de implementos y repuestos. Teniendo un gasto total entre implementos y repuestos de 648 \$.

$$\text{Otros gastos actuales} = 648/600 = 1.08 \text{ $/m}^3$$

$$\text{Otros gastos optimizados} = 648/1200 = 0.54 \text{ $/m}^3$$

4.5.4 Comparación de la producción antes y después de la optimización

Cuadro 4. Comparación de antes y después

Situación antes de la optimización	Situación después de la optimización	Beneficios esperados
<p>Situación inicial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Deficiente producción: Se produce 200 Tn/día equivalente a 6000 Tn/mes. ➤ Problemas en el carguío y acarreo: Tiempos muertos, falta de supervisión y el inadecuado diseño de vías de acarreo. ➤ El uso de un volquete. 	<p>Situación después:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Incremento la producción: Se produce 400 Tn/día, equivalente a 12000 Tn/mes. ➤ Reducción de tiempos muertos en el carguío y acarreo y el mejoramiento de las vías de acarreo. ➤ El uso de 2 volquetes. 	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento de la producción requerida a 416 Tn/día. ➤ Utilidad de 2.5 \$/ m³. ➤ Más ventas de illitas.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 04, se evidencia que en la situación inicial se tenía una producción deficiente dado que esta era de 200Tn/día equivalente a 6 000 Tn/mes con el uso de un volquete. Además, teniendo problemas en el carguío y acarreo con tiempos muertos y el mal diseño de las vías. Sin embargo, después de la optimización se logró la producción requerida de 400 Tn/día equivalente a 12 000 Tn/mes con el cálculo adecuado de la flota se obtiene el uso de un volquete más. Además, se logró mejorar las vías y la reducción de los tiempos muertos en las operaciones, así también se obtuvo las siguientes ventajas tales como: Mejora la producción final obteniendo 416 Tn/día indicando que superamos la producción propuesta por el grupo Celima Trébol, una utilidad de 2.5 \$/ m³ y más ventas de illitas.

V. DISCUSIÓN

Se presentan y discuten los resultados obtenidos con los referidos autores en los antecedentes de las investigaciones, con la finalidad de poder afirmar y tener una mayor validación del análisis de los resultados en base a la demostración de la optimización en el carguío y acarreo.

Según el primer objetivo específico se calculó las reservas para determinar el tonelaje del Tajo Linda, los resultados se muestran en la **Tabla 01**. Se obtuvo que el cálculo de reservas se realizó mediante el método de perfiles, teniendo una producción total de 1 680 000 Tn de reservas probadas. Lo cual indica que es la producción actual que tiene el Tajo Linda, con una vida útil de 10 años. De manera que, estos resultados concuerdan con las tesis desarrolladas de Jambo y Tasillas (2019) y Araujo (2018) quienes calcularon las reservas mediante el método de perfiles, este es uno de los más importantes en el desarrollo de una explotación minera identificando y calculando las reservas mediante el software Minesight de dicha zona, así como su vida útil de la mina. En tal sentido dichos resultados guardan relación con los nuestros anteriormente mencionado. Con el fin de tener un alcance y perspectivas de los metros cúbicos o toneladas de todo el yacimiento. Del mismo modo que, Valenzuela y Buendía (2020) encontraron predominancia en la cubicación de reservas como valor necesario a determinar parámetros técnicos, tales como: la mineralogía de la mena, potencia de la roca mineralizada, competencia de la roca, obteniendo como resultado que el cálculo de reservas probadas es de 56, 410.20 TM mediante el método de perfiles. De acuerdo a ello se destaca que el método de perfiles es uno de los métodos más destacados para el cálculo de reservas que han sido desarrolladas y plasmadas en los resultados mediante el mismo método.

Respecto al segundo objetivo específico se buscó diagnosticar la situación actual en que se encuentran las operaciones de carguío y acarreo. Donde se logró identificar algunos problemas como: el inicio de la jornada laboral, el ciclo de la excavadora, en el ciclo del volquete y en las condiciones de las vías de acarreo. Y de acuerdo a la identificación de los problemas en el proceso, se demostró que

las vías de acceso son muy angostas dificultando las operaciones de acarreo. De la misma manera se evidenció que el tramo 2 tiene una pendiente muy pronunciada de 13.7% que esta fuera del límite adecuado lo cual se obtuvo retrasos en el ciclo del carguío., así mismo también las bermas de seguridad no son adecuadas poniendo en riesgo a los trabajadores. Lo cual aumenta el tiempo del ciclo del acarreo para las actividades, quedando señalado que las condiciones de las vías son fundamental para el transporte adecuado del material, sin retrasos en su actividad. De esta manera se puede afirmar que antes de realizar cualquier trabajo de investigación es indispensable realizar un diagnóstico de las áreas de trabajo lo cual resulta eficiente para el desarrollo del estudio. Estos hallazgos guardan relación con Agreda (2018) en su estudio evidenció las condiciones de vías, bermas de seguridad y tiempos en las operaciones. Concluyendo que las vías de acceso son inadecuadas para el transporte del material presentando vías resbalosas y el empozamiento producto de las lluvias dificultando el transporte del material. De acuerdo a sus resultados obtuvo mejoró el tiempo del acarreo respecto a su diagnóstico realizado en su trabajo de investigación. Sin embargo, Cubas (2019), al analizar la situación actual que tienen el proceso de carguío y transporte, hallan predominancia en los tiempos muertos dado en el refrigerio, cambio de guardia, cambios de equipos y fallas mecánicas teniendo un total de 52 minutos en tiempos de demora. De acuerdo a los resultados obtenidos con la comparación del autor mencionado se destaca que al realizar una adecuada identificación de los problemas existentes en las actividades mineras se logra optimizar los tiempos muertos producidos en los puntos de carguío y acarreo. De tal forma para realizar el diagnóstico adecuado de las operaciones se deben tomar en cuenta el tipo de material, tipo de maquinaria, el método de explotación, sistema de trabajo y el estado de las vías en relación de la optimización.

De acuerdo al tercer objetivo específico, se calculó los tiempos muertos identificados en el Tajo Linda. Se obtuvo que al inicio de la jornada laboral el tiempo muerto fue 9.2 min por día, en el ciclo de la excavadora el tiempo muerto fue de 140.7 min y en el ciclo del acarreo un tiempo muerto de 32.7 min. Estos resultados al ser comparados con los autores Gurreonero (2019), Carhuamaca (2018), Rivera (2018) y Atapoma (2019) en sus investigaciones mencionan que,

se debe analizar los tiempos muertos en las operaciones que perjudican al carguío y acarreo, de los cuales fueron de 35.20 min para carguío y para acarreo el promedio de 35 min en 6 días, lo cual fue importante verificar la compatibilidad del equipo. Esto prueba que el equipo elegido es necesario para que la flota opere. Si la flota no funciona correctamente, puede provocar tiempos de inactividad, baja producción y costos elevados en las operaciones. En consecuencia, trae consigo más plazos improductivos y están presentes en toda operación. Esto debe ser considerado al analizar la información proporcionada por los autores. Por otro lado, Olivares (2022). Tuvo como resultados en los tiempos dando que la reducción de 196 hr perdidas a 103 hr, siendo equivalente a 93 horas optimizadas en el punto de carguío y de 844 hr perdidas a 710 hr teniendo un ahorro de tiempo de 134 horas en el área de acarreo. Estos tiempos muertos es debido a una falta de monitoreo constante en las operaciones. Además se recalca que se debe tener un control adecuado en la supervisión de tiempos en las operaciones, como también los operarios de volquetes y excavadoras deben estar capacitados para evitar tiempo improductivo y daños a los equipos. De acuerdo a estos autores mencionados se debe tomar en cuenta la participación oportuna del supervisor de operaciones, de la mano con los trabajadores con el objetivo de mejorar la producción propuesta y reducir los costos. A ello se añade la seguridad, como factor importante en todas las áreas de trabajo para brindar el cuidado de los obreros.

Respecto al cuarto objetivo, se incrementó la producción de illitas en el Tajo Linda de 200 Tn/día a 400 Tn/día, después de la optimización de carguío y acarreo, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla **23**. Se obtuvo que a través de un óptimo cálculo de flota, y el mejoramiento de los problemas existentes incrementa significativamente la producción un 50 % equivalente a 12 000 Tn/mensuales de illitas de acuerdo a lo solicitado por Celima Trébol, con una utilidad de 2.5 \$/m³ Estos resultados al ser comparados con los autores De la Cruz (2021), Villar (2020) Vargas (2020) y Neyra (2020) en sus investigaciones mencionan que prueban, demuestra teóricamente y empíricamente los sistemas mineros expertos que afectan en gran medida tanto al tiempo que se tarda en cargar como en descargar el material. En sus investigaciones se condujo a un marco

de tiempo reducido. Que aumentó los ciclos para las operaciones, debido al rendimiento de los equipos de carguío y acarreo. Del mismo modo que, Vargas (2020) encontró relación en el cálculo de flota adecuado que permite el incremento de producción requerida, de la cual se vio reflejado en el cumplimiento mensual que se obtuvo de 740 000 Tn/mes de mineral, resultando positivo para la empresa minera. Con respecto a los resultados obtenidos en comparación a lo mencionado por el autor, la reducción de costos está ligado con la optimización de las operaciones evitando pérdidas económicas en la empresa minera, la misma que se establece en la Tabla **24** del antes y después de la optimización en el carguío y acarreo.

Respecto al objetivo general, se optimizó el carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda minera Sulluscocha – Cañete. Los resultados obtenidos se evidencian en la tabla **22** y el gráfico **6** que el tiempo optimizado en la espera de la excavadora es de 23.2 minutos, el tiempo optimizado en el viaje del volquete cargado es de 29.52 minutos, el tiempo optimizado del volquete vacío es de 8.52 minutos y finalmente el tiempo optimizado por la vía es de 23.2 minutos, haciendo un tiempo total optimizado de 84.44 minutos. Donde indica que, de las 3 horas que se tenía de tiempos muertos anteriormente en los procesos, se tuvo una reducción de 1 hora y 40 minutos en los procesos de corte y carguío, acarreo y la vía del Tajo Linda. De la misma forma se incrementó la producción requerida a 400 Tn/día cumpliendo con la meta establecida con la empresa. Estos resultados al ser comparados con el autor Gómez (2017) Obtuvo como resultados la disminución de tiempos muertos en los procesos como también señala la disminución de los costos óptimo del carguío y acarreo bajó de 0,7665 US\$/TM con 21 camiones a 0,6747 US\$/TM con un óptimo de 24 volquetes. De acuerdo a ello tomar en cuenta la optimización de costos para las diferentes operaciones con la finalidad de tener mejores utilidades en beneficio de la empresa.

VI. CONCLUSIONES

Dando respuesta, al primer objetivo se realizó el cálculo de las reservas probadas para determinar la producción del Tajo Linda. Para el cálculo de estas reservas probadas se tuvo en cuenta la longitud y el ancho del tajo, obteniendo un área $30\ 000\ m^2$ con una la profundidad de 27 m. Teniendo un volumen total de $810\ 000\ m^3$. Se concluye que la cantera tiene un total de 1, 368, 900 toneladas de reservas probadas para su explotación.

También se diagnosticó la situación actual en que se encuentran las operaciones de carguío y acarreo en el Tajo Linda. Obteniéndose como resultado que en el inicio de la jornada laboral existen tiempos muertos. De igual manera la excavadora realiza una espera que es el tiempo que pierde en la ida y regreso del volquete. En el ciclo del volquete también se identificó que la pendiente inadecuada de la vía retrasa el tiempo del volquete tanto cargado como vacío. Así mismo, el ancho de la vía y la seguridad en las vías generan un retraso en el proceso. Se concluye, a manera de diagnóstico, que efectivamente hay tiempos muertos en el ciclo de carguío y acarreo en el Tajo Linda.

De la misma forma, se calculó los tiempos muertos identificados en el carguío y acarreo. Donde al inicio de la jornada laboral, se calculó un tiempo perdido de 9.2 min. En el tiempo de espera de la excavadora con un tiempo muerto de 140.7 min. Y en el tiempo de ciclo del volquete con un tiempo muerto de 32.7 min. Dando como resultado, un tiempo muerto total de 182.6 min/día. Optimizando las operaciones se redujo a 84.44 min. Concluyendo que, al reducir el tiempo perdido, se pudo aumentar el número de ciclos actuales de 10 a 12 ciclos.

Finalmente, se incrementó la producción de illitas en el Tajo Linda de 200 Tn/día a 400 Tn/día teniendo en cuenta la optimización de carguío y acarreo. Como resultado se obtiene una producción final de 416 Tn/día. Es decir, superamos la producción planteada de 400 Tn/día. Se concluye que se logró el objetivo de aumentar la producción y además se logró una mejor utilidad en la producción de illitas en el Tajo Linda.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de equipos como un tractor Cat D8L para el desbroce del material, de esta manera se puede triplicar o cuadruplicar la producción requerida. Con la finalidad de comercializar el mineral a otras empresas que usan las illitas como materia prima para la fabricación de cerámicas, porcelanatos y sanitarios.
- Se recomienda tener control adecuado sobre las vías de acceso realizando un mantenimiento continuo. Para que la optimización resulte satisfactoria se necesita una infraestructura minera bien estructurada que permita una mejor circulación sin ningún obstáculo.
- Se recomienda dar un adecuado control en los rendimientos de los equipos, disponibilidad y utilización que permitirá incrementar la producción de los equipos.
- Planificar de manera correcta los mantenimientos mecánicos de las maquinarias con la finalidad de generar confiabilidad de los mismos y así aprovecharlos al máximo durante la operación con el fin de obtener mejores rendimientos.
- Se recomienda reconocer y premiar al personal de trabajo que se involucre con el trabajo en equipo. De acuerdo a su compromiso y desempeño.

REFERENCIAS

AGREDA, Juan. Optimización de del carguío y acarreo aplicando el sistema control Sense en la mina Constancia, Cusco, 2018. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Alas Peruanas, Facultad de ingeniería, Escuela profesional de ingeniería de minas. 2018. 87pp.

Disponible en:

https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/4327/Tesis_optimiza_ci%c3%b3n_cargu%c3%ado.acarreo_sistema%20controlsense_mina%20constancia_Cusco.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ATAPOMA, Jhair. Optimización de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina de tajo norte de la sociedad minera el brocal, implementando el sistema de despacho mine Sense. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad De Ingeniería De Minas, Escuela De Formación Profesional De Ingeniería De Minas. 2019.172pp

Disponible en:

<https://docplayer.es/177267615-Ingeniero-de-minas-bach-jhair-mario-atapoma-dorregaray-mg-joel-enrique-oscuvilca-tapia.html>

ARAUJO, Roberth. Optimización de la flota de volquetes en el acarreo, para incrementar la producción en la mina los andes Perú Gold, Tesis (Título de ingeniero de minas). Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo, Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería De Minas Y Metalúrgica, Escuela Académico Profesional De Ingeniería De Minas.2018.103pp.

Disponible en:

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11045/Araujo%20Garc%c3%ada%20Roberth%20Wilman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AZAÑERO, Luis. Carguío y acarreo en flotas mineras: una revisión sistemática. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera ingeniería de minas.2019.120pp

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22051/Aza%c3%b1ero%20Ruiz%20Luis%20Fredy%20%20Guerrero%20Orrillo%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CALUA, Freddy. Propuesta de minimización de tiempos improductivos para una mayor producción en carguío y acarreo en Cia. Minera Coimolache S.A. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, Facultad De Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas.2019.98pp

Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3114>

CASTILLO, Frank. Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, Escuela académico profesional de ingeniería de minas.2018.152pp.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11035>

CAHUARI, Arturo. Optimización del uso de los equipos de carguío y acarreo en minería superficial en la compañía minera corporación del centro Gold Mining SAC - región la libertad. Tesis (Título de ingeniero de minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad De Ingeniería De Minas, Escuela Profesional De Ingeniería de Minas.2019.116pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12152>

CARHUAMACA, Daniel. Reducción de tiempos muertos en el mantenimiento de los cargadores frontales de la empresa Transa Huancayo. Tesis (Título de ingeniero de minas). Huancayo: Universidad Continental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial.2018.107pp.

Disponible en:

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4688>

CORDOVA, Fredy. Determinación de los Kpi's de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la mina Pierina. Tesis (Título de ingeniero de minas). Huaraz, Universidad Nacional de Santiago Antunez de Mayolo, Facultad de ciencias e ingeniería.2018.87pp.

Disponible en:

http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3580/T033_44852227_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORNEJO, Samuel. Optimización de Carguío y Acarreo en Tajo Abierto utilizando algoritmos bio-inspirados. Tesis (Título de ingeniero de minas). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería.2020.59pp.

Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18203/CORNEJO_CASTRO_SAMUEL_OPTIMIZACI%c3%93N_CARGU%c3%8dO_ACARREO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHURA, Wilder. Propuesta de un plan de control de utilización para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto. Tesis (Título de ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Continental, Facultad de ciencias e ingeniería. 2019, 101 pp.

Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7109/3/IV_FIN_110_TE_Chura_Anticona_2019.pdf

CUBAS, Santos. Optimización del control de tiempos en el carguío y descarga de mineral en el proyecto Ciénega norte, Hualgayoc. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Alas Peruanas. Facultad de ingeniería, Escuela académico profesional de ingeniería de minas.2018.88pp.

Disponible en:

https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6724/Tesis_optimiza_ci%c3%b3n_control%20de%20tiempos_cargu%c3%ado%20descarga_mineral%20en%20proyecto%20Ci%c3%a9nega.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DE LA CRUZ, Heber. Optimización de los ciclos de carguío y acarreo para reducir los costos operativos en una empresa minera. Tesis (Título de ingeniero de minas). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, Escuela académico profesional de ingeniería de minas.2018.80pp.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34728/delacruz_vh.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ESCARCENA, Renzo. Evaluación de las operaciones de carguío y transporte para el mejoramiento de la productividad en la unidad minera Tacaza. Tesis (Título de ingeniero de minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad De Ingeniería De Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.2019.102pp

Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12964/Escarcena_Guzm%20Renzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GÓMEZ, Grimaldo. Disponibilidad de equipos auxiliares para optimizar la productividad en el carguío y acarreo de las fases 01,03 y 07 del tajo constancia empresa especializada Stracon Gym s.a. Tesis (Título de ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de geología, geofísica y minas. Escuela profesional de ingeniería de minas.2017.184pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3252/Mlgogogd10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GURREONERO, Marcos. Optimización de tiempos del ciclo de carguío y acarreo en la empresa minera la Arena, Huamachuco. Tesis (Título de ingeniero de minas).Chiclayo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería De Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.2021.86pp.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85880/Gurreonero_MMW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HUISA, Abel. Optimización de equipos de carguío y acarreo en el tramo Botaderos - Trituradora Thyssen Krupp, para el incremento de producción en una empresa cementera. Tesis (Título de ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú. Facultad de Ingeniería de Minas.2021.85pp

Disponible en:

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/5321/A.Huisa_Tesis_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

YSPILCO, Juan. Implementación de un plan piloto con flota de carguío de $3.5 m^3$ y acarreo de $15 m^3$ de capacidad para mejorar el blending de minerales con oro y reducir los costos de operación en la planta de Gold Mill - Minera Yanacocha. Tesis (Título de ingeniero de minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de ingeniería, Escuela profesional de ingeniería de minas.2019.87pp.

Disponible en:

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12540/YSPILCO%20DE%20OLA%20CRUZ%2c%20JUAN%20AMERITO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MAMANI, Ángel. Optimización de costos de carguío y acarreo mediante rediseño de cámara de carguío y control de tiempos en el nivel unidad minera san Andrés. Tesis (Título de ingeniero de minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad De Ingeniería De Minas, Escuela Profesional De Ingeniería De Minas.2020.126pp.

Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14848/Mamani_Mamani_Angel_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MAYHUA, Luis. Optimización del sistema de transporte de mineral del nivel 1070 a superficie de la unidad de producción San Cristóbal - Volcán Cía. Minera. Tesis (Título de ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Facultad de ingeniería de producción y servicios, Escuela profesional de ingeniería mecánica.2018.106pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/587>

MENDOZA, Alfonso. Aplicación de la teoría de colas para mejorar la productividad del carguío y acarreo en Mina Tucari. Tesis (Título de ingeniero de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad De Ingeniería, Escuela Académico Profesional De Ingeniería De Minas.2017.120pp.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_d8f28ff3c9bf59cbdd88ce69253c6e7d

MOLINA, Sandra. Modelo de optimización de un sistema pala-camión en una mina de carbón a cielo abierto. Tesis (Título de ingeniero de minas). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas Departamento de Materiales y Minerales, 2021.120pp.

Disponible en:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79649/49790178.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

NEYRA, Augusto. Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cerro de Pasco: Universidad nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de ingeniería de minas, Escuela de formación profesional de ingeniería de mina, 2020,146 pp.

Disponible en:

http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1937/1/T026_45425791_T.pdf

PARDO, Kennedy. Optimización del transporte de desmonte con volquetes mediante la teoría de colas en Sociedad Minera Corona S.A. Tesis (Título de ingeniero de minas). Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, Facultad de Ingeniería de minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.2019.133pp.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6271>

RIVERA, Ricardo. Mejoramiento de la flota de carguío y acarreo en operaciones mina, para el incremento de la producción, sociedad minera Cerro Verde s.a. Tesis (Título de ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de geología, geofísica y minas. Escuela profesional de ingeniería de minas.2018.139pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7732/MIrisarm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROBLES, Jarlin. Optimización de costos en unidades de carguío y acarreo para incrementar las utilidades de la Empresa Minera Summa Gold – Huamachuco Tesis (Título de ingeniero de minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de ingeniería, Escuela profesional de ingeniería de minas.2022.108pp.

Disponible en:

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/20079/Robles%20Guzm%203%a1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TERQUEZ, Miguel. Evaluación del sistema hidráulico de la excavadora hidráulica Hitachi EX5600-6 para determinar la graduación del flujo de operación en proyecto Constancia Cusco. Tesis (Título de ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de ingeniería de producción y servicios, Escuela profesional de ingeniería mecánica.2017.13pp.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_1c23a7d8280b2d00fcbe90da95deed21

Ramos, Manuel. Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga del mineral para aumentar la producción de mineral en la Unidad Minera Andaychagua. Tesis (Título de ingeniero de minas). Huancayo: Universidad

Continental, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.2021.73pp.

Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10193/1/IV_FIN_110_TE_Ramos_Salomon_2021.pdf

ROJAS, Itamar. Optimización del proceso de carguío y acarreo mediante el uso de kpi's en la fase de relleno del espaldón de la presa de relaves – Antamina. Tesis (Título de ingeniero de minas). Piura: Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.2019.96pp.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_0f2c4e8fada075e0446ec99b846ef2d1

SALAZAR, Maryel. Incremento de la productividad mediante el análisis de indicadores de rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Privada del norte. Facultad de ingeniería, Carrera de ingeniería de minas.2021.43pp.

Disponible en:

https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27627/Salazar%20Sarmiento_pdf_total.pdf?sequence=2&isAllowed=n

SOBERANES, Bryan. Análisis de los factores operacionales y su influencia en la productividad del proceso de transporte de mineral y desmonte en el NV 4025 de la Compañía Minera Argentum. Tesis (Título de ingeniero de minas).Huancayo: Universidad Continental, Facultad de ingeniería, Escuela académico profesional de ingeniería de minas.2020, 108 pp.

Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8183/3/IV_FIN_110_TE_Soberanes_Lopez_2020.pdf

VALENZUELA, Greys y BUENDÍA, César. Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma. Tesis (Título de ingeniero de minas). Huancayo: Universidad Continental. Facultad de ingeniería, Carrera de ingeniería de minas. 2020. 93pp.

Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7892/3/IV_FIN_110_TE_Valenzuela_Buendia_2020.pdf

VARGAS, Miguel. Evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en minería superficial. Tesis (Título de ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Privada del norte. Facultad de ingeniería, Carrera de ingeniería de minas. 2020. 59pp.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24435/Vargas%20Bringas%2c%20Miguel%20%c3%81ngel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>


VEGA, Joan. Incremento de la producción en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en una empresa minera. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de ingeniería, Carrera de ingeniería industrial. 2019. 57pp.

Disponible en:

https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11297/Vega_rj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			MATRIZ DE CONSISTENCIA			
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS
¿De qué manera se va optimizar el carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en la empresa minera Sulluscocha?	Optimizar el carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda minera Sulluscocha – Cafete.	Si se optimiza el proceso de carguío y acarreo entonces se incrementará la producción de illitas en la Tajo Linda.	Optimización en carguío y acarreo.	Aplicada	Se consideran volquetes Mercedes Benz, excavadoras y cargadores frontales de la Empresa Minera Sulluscocha	Observación Análisis documental
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		VARIABLE DEPENDIENTE	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
	<ul style="list-style-type: none"> - calcular las reservas probadas para determinar la producción del Tajo Linda. - Diagnosticar la situación actual en que se encuentran las operaciones de carguío y acarreo. - Calcular los tiempos muertos identificados para mejorar la producción de illitas en el Tajo Linda. - Incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda de 200 Tn/día a 400 Tn/día teniendo en cuenta la optimización de carguío y acarreo. 		Producción de illitas	No experimental	Para esté trabajo de investigación se considera en Tajo Linda	Guía de análisis documental Guía de observación de campo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA		
Optimización en carguío y acarreo.	Herrera (2022) define a la optimización, como aquel proceso que tiene como propósito reducir la pérdida de tiempo (p.15).	Esta variable será evaluada mediante los siguientes aspectos importantes: Muestreo de tiempos de carguío, acarreo del mineral, descarga del material y fallas en la operación.	Perfil del terreno	Longitud	m		
				Ancho	m		
				Profundidad	m		
				Volumen	m ³		
			Operaciones de carguío y acarreo	Método de explotación	Nominal	Maquinaria actual de carguío y acarreo	
						Condiciones de vías y muros de seguridad	
						Inicio de jornada laboral	Min
				Ciclo de excavadora	Min		
				Ciclo del volquete cargado	Min		
				Ciclo del volquete Vacío	Min		
				Ancho de vías	Nominal		
				Seguridad en vías	Nominal		
				Capacitación	Nominal		
Producción de illitas	Barranco (2017) define Producción como un valor agregado que está íntimamente ligado al de "materia prima" o "insumo" que se ha producido por cada factor utilizado (p.37).	Optimizar el carguío y acarreo para el incremento de la producción de illitas.	Evaluación de la producción	Producción	Tn		
				Corte de material	\$/m ³		
				Carguío	\$/m ³		
				Acarreo	\$/m ³		
				Mano de obra	\$/m ³		
				Otros	\$/m ³		


Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Instrumento de ficha de observación de campo

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO Ficha de observación de campo		
Objetivo: Registrar los datos del perfil en el tajo linda para calcular las reservas y determinar el tonelaje del Tajo		
Registro de datos del perfil en el tajo linda		
Parámetros	Valor	Unidad
Longitud	150 m	Metros
Ancho	200 m	Metros
Profundidad	27 m	Metros
Volumen	810 000 m ³	Metros cúbicos
Tonelaje	1 368 900 Tn	Toneladas

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Instrumento de Guía de análisis documental

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL				
			Objetivo: Diagnóstico de la situación actual de las operaciones de carguío y acarreo			
N°	Categoría	Documentos de análisis	Descripción	Análisis	Observaciones	Conclusión
1	Método de explotación	Plan de minado	Documento de información pertinente sobre el método de explotación y sus actividades	Método de explotación superficial. Tipo cantera.		
2	Maquinaria actual de carguío y acarreo	Plan de minado – equipos de las operaciones	Documento de información basado en los equipos que se utilizan para el corte, carguío y acarreo del mineral.	Volquete Mercedes de 15 m ³ . Excavadora Cat 336 DL de 3 m ³ y cargador frontal Cat 966H de 1.8 m ³	Se evidenció las fallas mecánicas de un equipo, esto es debido a que los equipos se encuentran en malas condiciones, lo cual requieren constantemente mantenimientos mecánicos.	No tienen un plan de mantenimientos adecuados. De la misma forma los equipos no se encuentran en óptimas condiciones.
3	Condiciones de vías y muros de seguridad.	Plan de minado y tesis relacionado al tema	Documento importante basado en las plataformas del Tajo.	En el área de estudio se realizó las medidas de las vías de acarreo y su longitud.	Se realizó las medidas de las vías y los muros de seguridad, teniendo en cuenta que no son las apropiadas para el acceso de transporte, regulando las velocidades de los volquetes.	Cabe recalcar que las vías no son adecuadas para el transporte del material. Ya en un tramo dos tiene una pendiente muy pronunciada de 13.7% lo cual aumenta el tiempo del ciclo de acarreo

Fuente: Elaboración propia.



Objetivo: Diagnosticar la situación actual en que se encuentran las operaciones de carguío y acarreo.

Procesos	Actividad	Datos						Descripción	
Corte y carguío	Inicio de jornada	Año: 2022						Se tomó durante 6 días el tiempo en que los trabajadores empiezan su día de jornada	
		Día	13/07	14/07	15/07	16/07	17/07		18/07
		Hora de inicio	8:07 am	8:08 am	8:00 am	8:04 am	8:00 am		8:08 am
	Ciclo de excavadora	Tiempo de corte			15 min			Se tomó los tiempos del ciclo de la excavadora	
Tiempo de cuadrado			1 min						
Tiempo de carguío			2.5 min						
Acarreo	Ciclo de volquete cargado	Tiempo de viaje			13 min			Se tomó el tiempo que demora el volquete en ir y descargar en el lugar de acopio	
		Tiempo de descargue			0.1 min				
	Ciclo del volquete vacío	Tiempo de viaje			9.5 min			Se tomó el tiempo que demora el volquete en regresar	
	Ancho de vías	Tramo		Distancia		Pendiente		Se tomó el tiempo que demora el volquete en ir y descargar en el lugar de acopio	
		Km 0 + 345		3.9 m		0.6 %			
		Km 0 + 689		3.8 m		13.7 %			
		Km 1 + 551		3.8 m		0.6 %			
		Km 2 + 155		3.9 m		0.9 %			
Seguridad en las vías	No existe muro de seguridad en el borde de la vía						No se observó en ninguno de los tramos de la vía		
	Capacitación	Falta de capacitación continua						No se respeta las fechas de capacitación	

Fuente: Elaboración propia

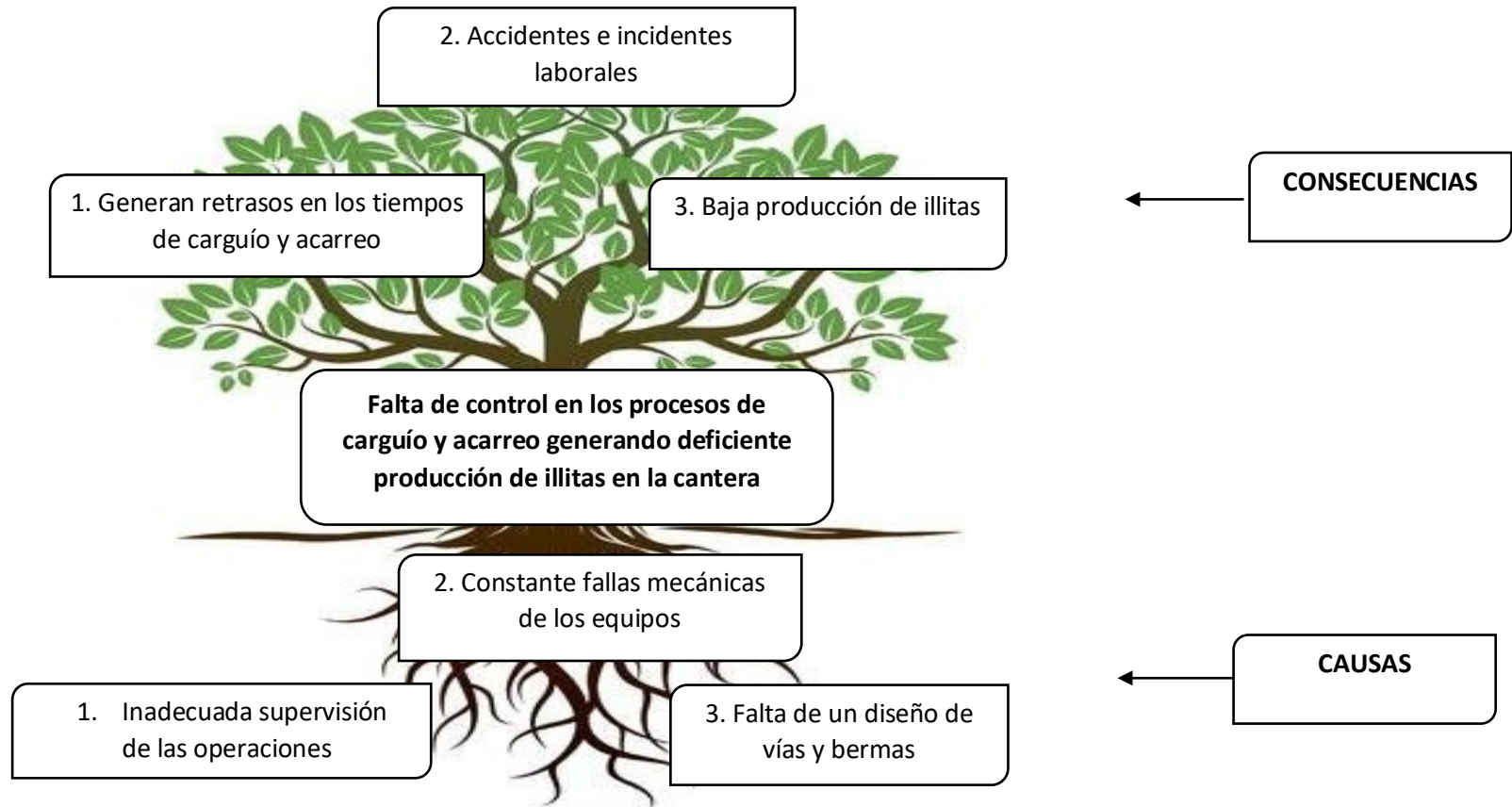


Objetivo: Identificar los costos y la producción de illitas en el Tajo Linda

Registro de datos los costos y la producción en el Tajo Linda

Parámetros	Valor	Unidad
Producción	200	Tn
Corte de material	1.2	\$/m3
Carguío	1.2	\$/m3
Acarreo	1.8	\$/m3
Mano de obra	0.32	\$/m3
Otros	1.08	\$/m3

Anexo 5: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Carta de aceptación para la realización del proyecto

- ✚ Dávila Acosta Jhon Daniel
- ✚ Herrera Quevedo Luz Nahelly Fiorella



CONTRATISTA MINERO SULLUSCOCHA EIRL
Calidad - Seguridad - Excelencia

Yo Edison Ávila Becerra, identificado con DNI 45569479 Gerente General de la Empresa Contratista Minera Sulluscocha, AUTORIZO a los estudiantes Dávila Acosta, Jhon Daniel y Herrera Quevedo, Luz Fiorella Nahelly. Estudiantes del ciclo X de la especialidad de ingeniería de minas, en la Universidad Cesar Vallejo (Filial Chiclayo) para que realicen la recolección de información única y exclusivamente que se encuentre relacionado con el trabajo de investigación “Optimización del carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en el Tajo Linda de minera Sulluscocha – Cañete” el mismo que se viene desarrollando para la obtención del título profesional en dicho centro de estudios.

Además, dicha autorización comprende la investigación y comunicación pública del citado trabajo de investigación en el repositorio institucional de la universidad Cesar Vallejo.

ATENTAMENTE:

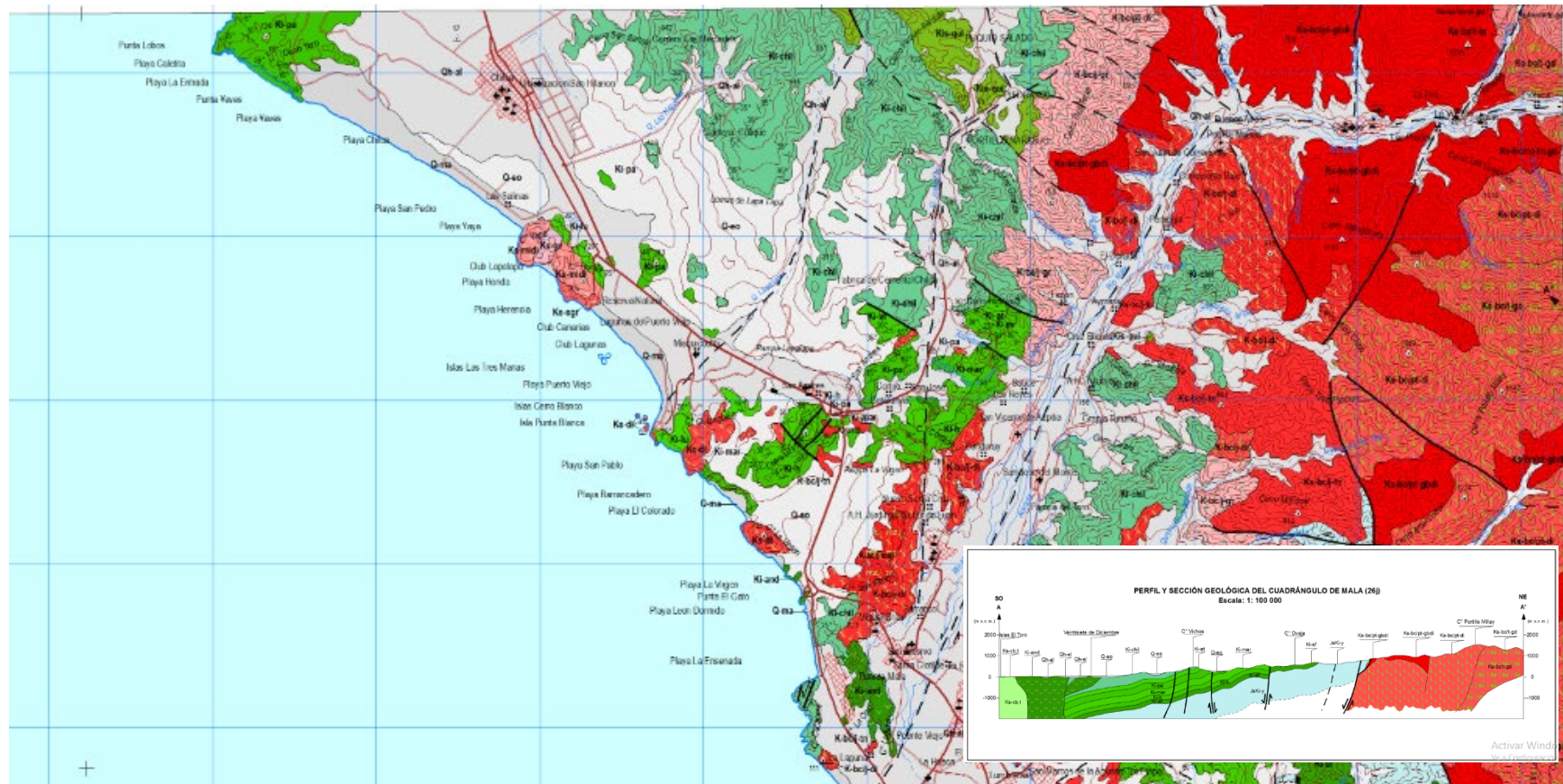


EDINSON AVILA BECERRA
TITULAR GERENTE
DNI: 45569479



huella digital

Anexo 7: Plano de la geología regional



Fuente: INGEMMET

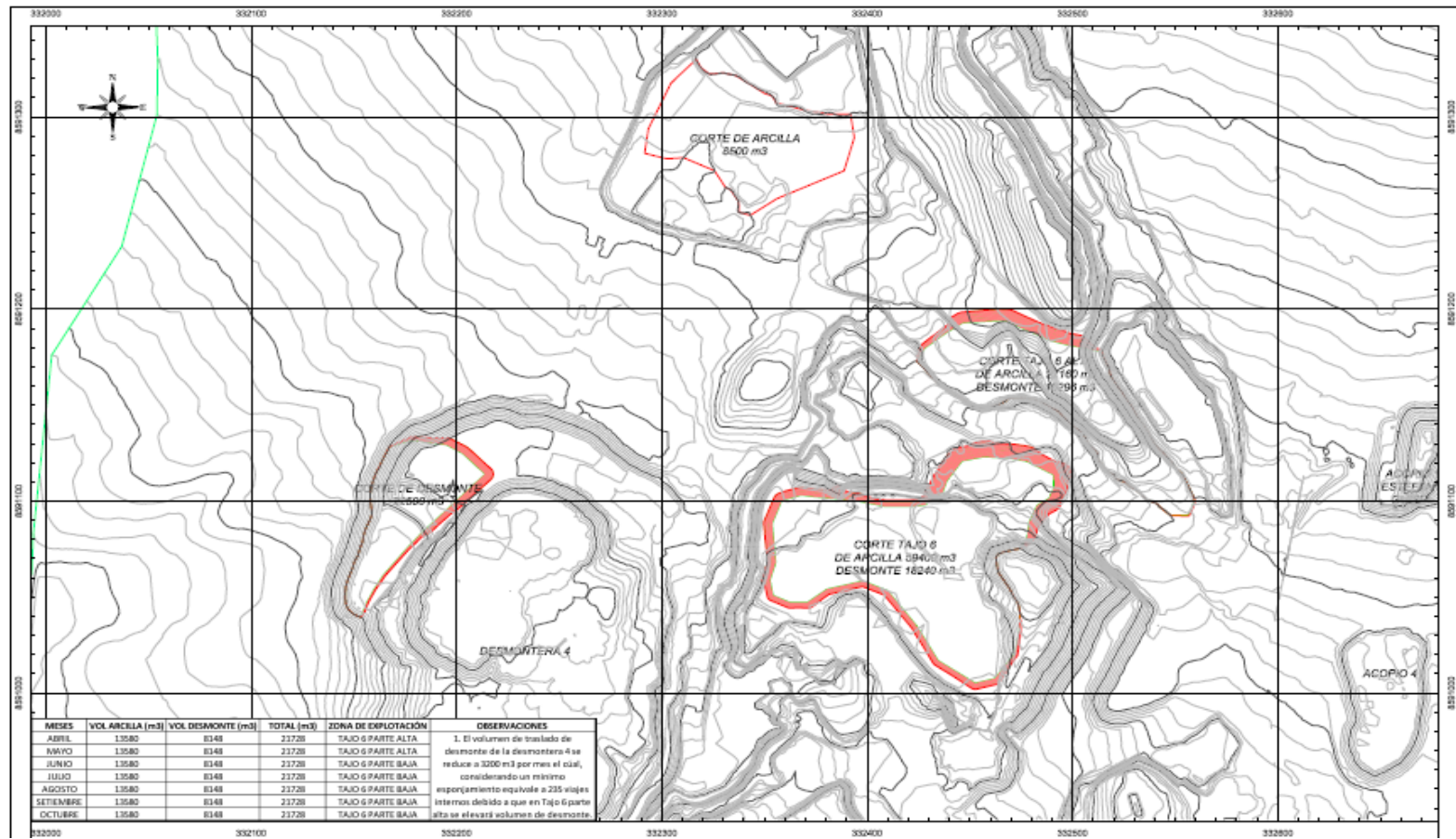
Anexo 8: Estructura estratigráfica del Tajo Linda (geología local)

				LEYENDA				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	EDAD (Ma)	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS			MORFOESTRUCTURAS VOLCÁNICAS	ROCAS INTRUSIVAS Y SUBVOLCÁNICAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	0.01 2.58 56.0	Depósito eólico	Q-eo	Arenas cuarzosas formando dunas y pampas amplias		
		PLEISTOCENO		Depósito aluvial	Qh-al	Acumulaciones de fragmentos rocosos heterométricos y heterogéneos (arenas, cantos, bolos, etc.)		
Depósito marino	Q-ma			Arenas y cantos bien clasificados				
Formación Cañete	Qp-cañ	Conglomerados, arenas y gravas						
	PALEOGENO	PALEOCENO	66.0					
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	100.5 165 193.5	Formación Quilmaná	Kis-qui	Piroclastos y derrames andalíticos masivos, con niveles de lavas de estructuras almohadadas y amigdaloides	Complejo volcánico Dajama, Tilonas	KP-midi Microdiorita Ks-aba Andesita basáltica Ks-gr Granito Ks-sgr Sienogranito Ks-di Diorita Tiabaya Ks-bc/t-tn Tonalita Ks-bc/t-gd Granodiorita Cochahuasi Ks-bc/co-tn,gd Tonalita, granodiorita Jecuán K-bc/j-gr Granito K-bc/j-di Diorita Patap Ks-bc/pt-di Diorita Ks-bc/pt-gbd Gabrodiiorita Linga Ks-bc/l-gd Granodiorita Ki-and Andesita
		Formación Chilca		Ki-chil	Tobas líticas y vítreas con intercalaciones de brechas, calizas bioclásticas y areniscas			
Formación Atocongo	Ki-at	Calizas gris clara a beige, altamente silicificado por metamorfismo termal						
Formación Pampóna	Ki-pa	Areniscas intercaladas con lutitas y calizas, con algunos niveles de margas calcáreas						
Formación Lurín	Ki-lu	Calizas micríticas grises intercaladas con limolitas						
Formación Pucusana	Ki-pu	Brechas volcánicas, aglomerados, tobas líticas y lavas						
Formación Marcvilca	Ki-mar	Areniscas cuarzosas de grano medio a fino con estratificación paralela						
Formación Herradura	Ki-h	Calizas gris oscuras, limoarcillitas fisibles de textura pizarrosa con areniscas pardas						
Formación Salto del Fraile	Ki-sf	Arenisca gris verdosas, limolitas abigarradas y areniscas cuarzosas grises						
Grupo Yura	JsKi-y	Secuencia clástica, arcillosa de limoarcillitas grises con arenas finas y niveles delgadas de calizas						
JURÁSICO	SUPERIOR	Grupo Puente Piedra	JsKi-pp	Brechas, tobas líticas y lavas en almohadillas				

Activar Windows

Fuente: INGEMMET.

Anexo 9: Plano de ubicación Tajo Linda vista en planta

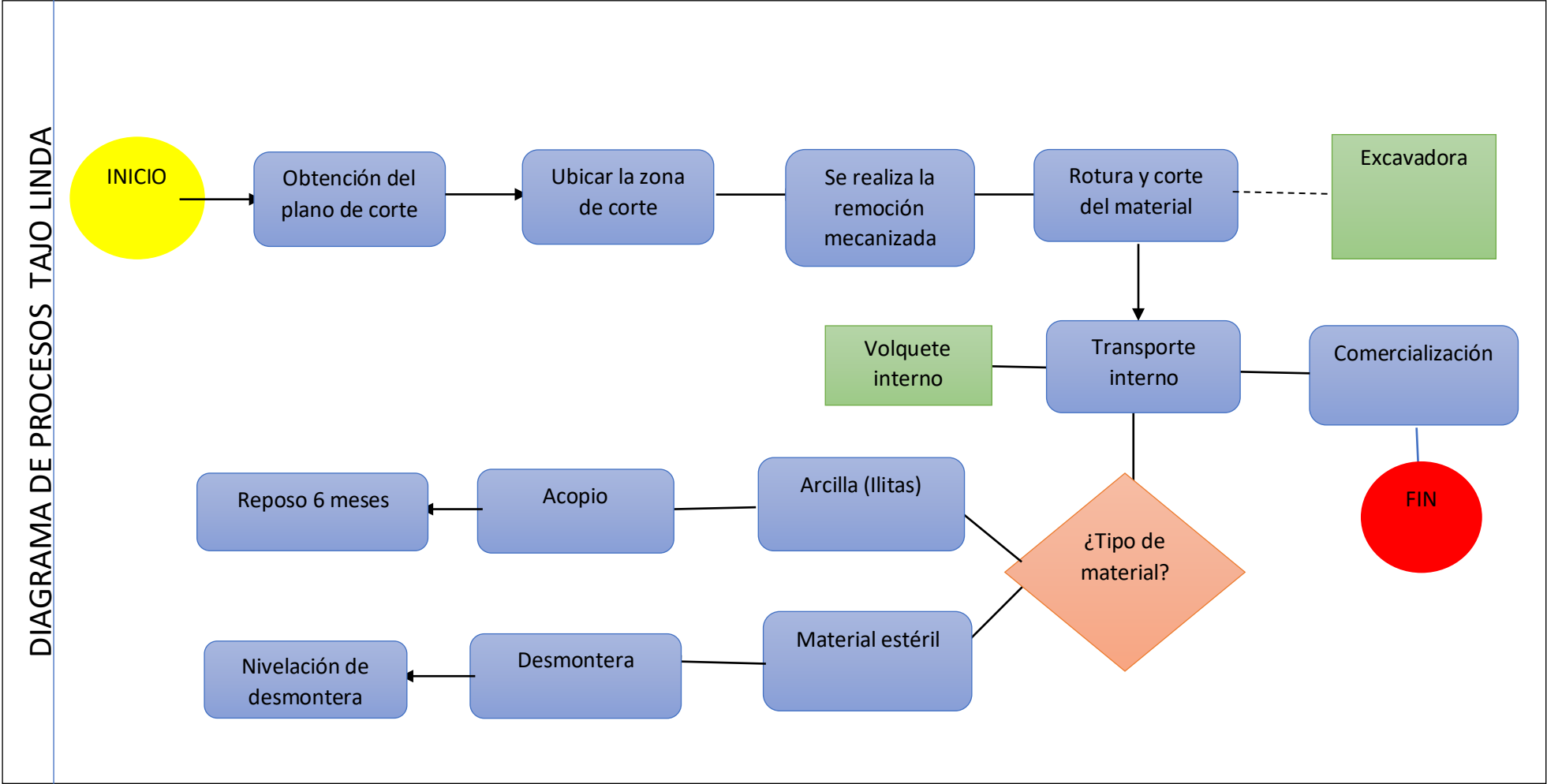


Fuente: Gerencia de la Empresa Sulluscocha.

LEYENDA

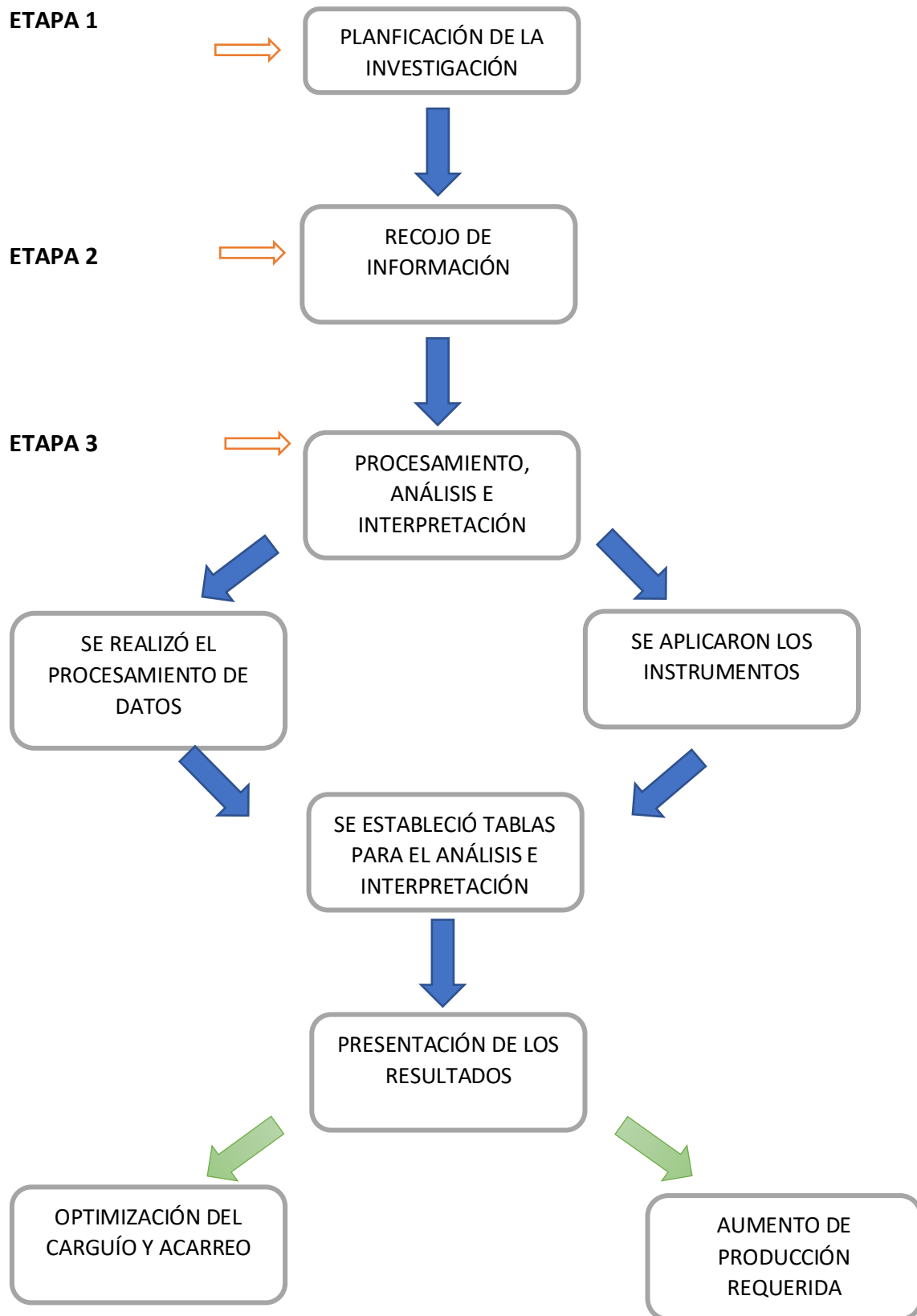
- Curvas Mayores
- Curvas Menores
- Via Afirmada

Anexo 10: Diagrama de los procesos en el Tajo Linda.



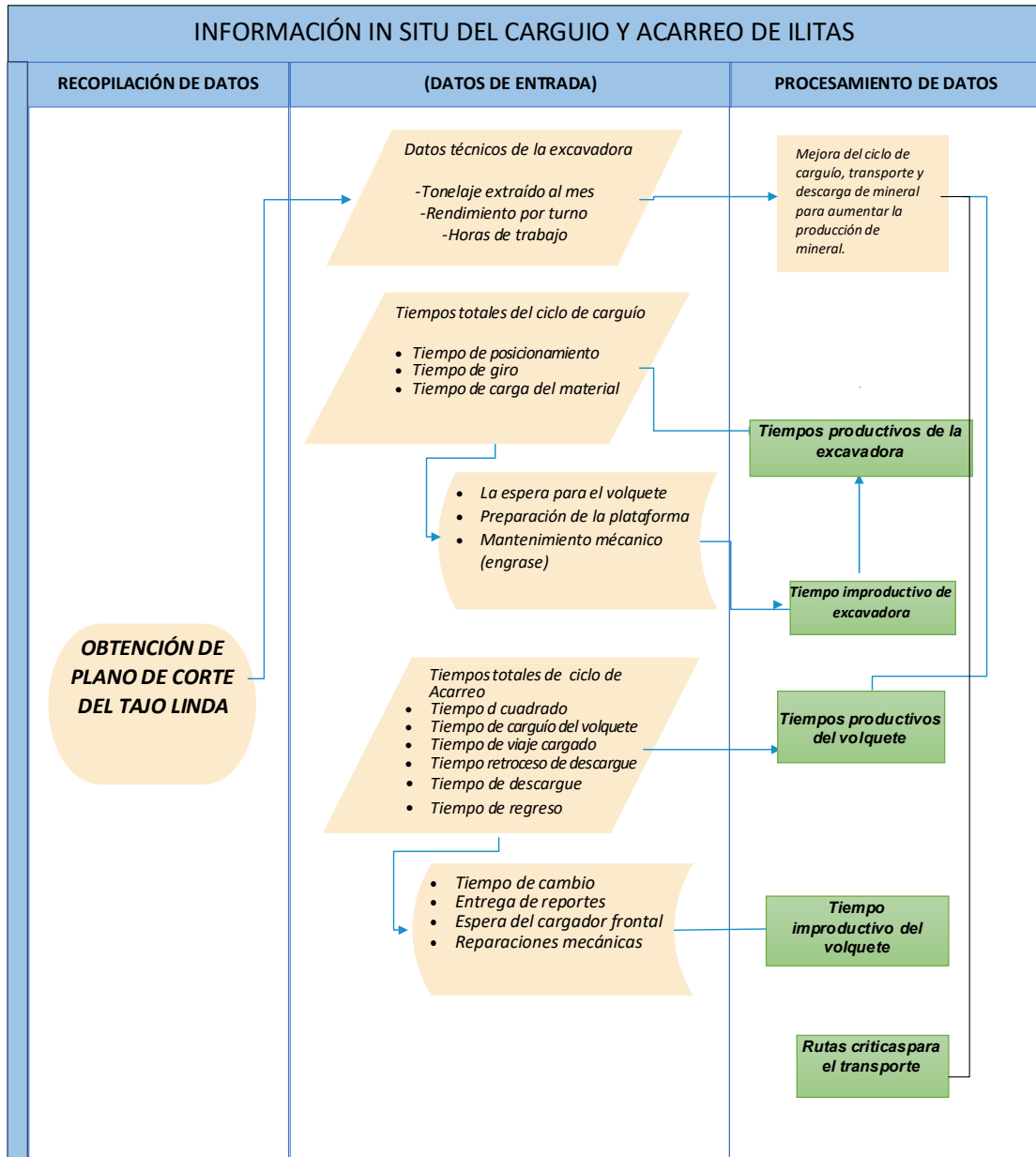
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Esquema de metodología de trabajo



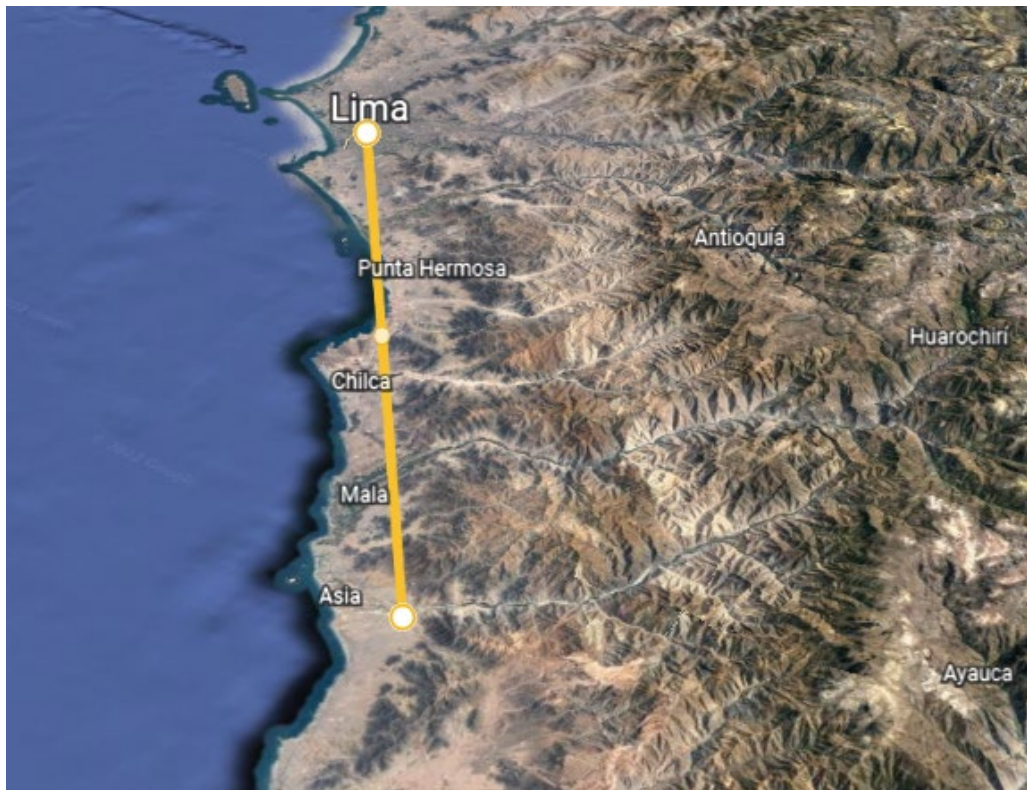
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12: Información in situ del carguío y acarreo



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13: Accesibilidad desde Lima al Tajo Linda



Fuente: Google Maps y elaboración propia.

Anexo 14: Excavadora Cat 336 DL realizando el corte del material



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15: Cargador frontal Cat 966 H tuvo una falla mecánica



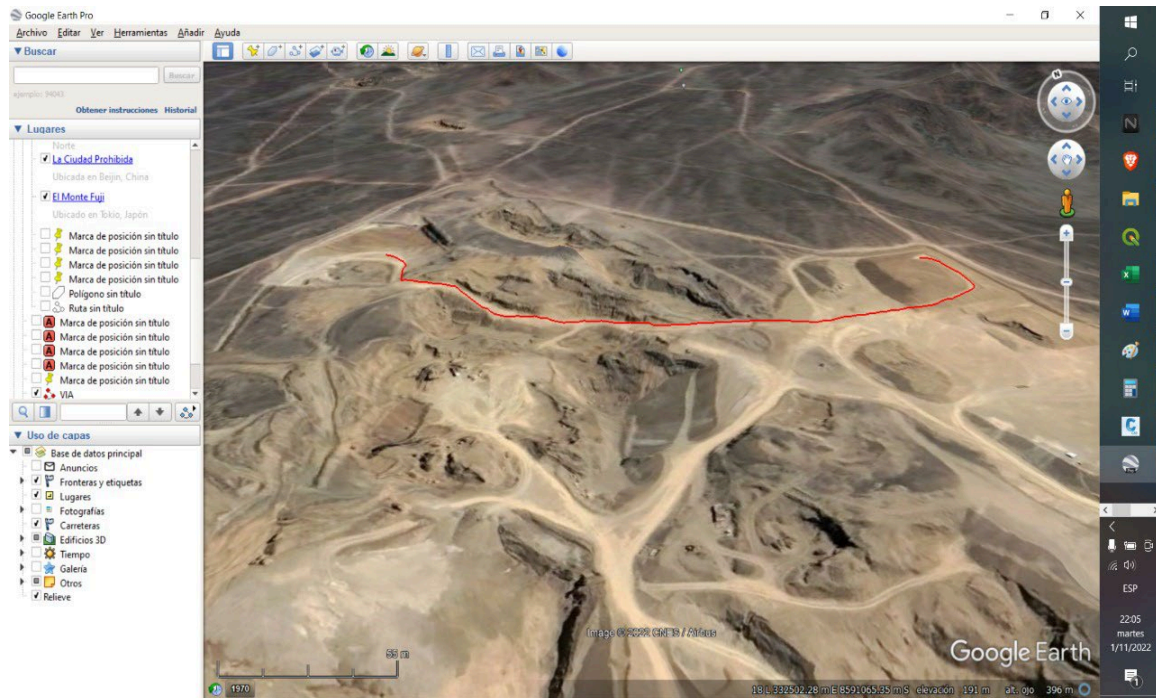
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16: Volquete Mercedes Benz Actros de 15 m³



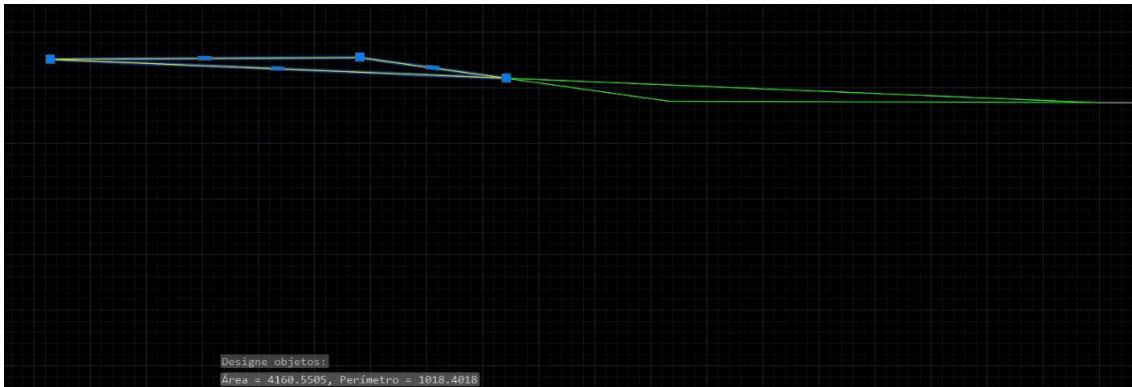
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17: Vías de acarreo desde el punto de carga hasta la zona de descarga



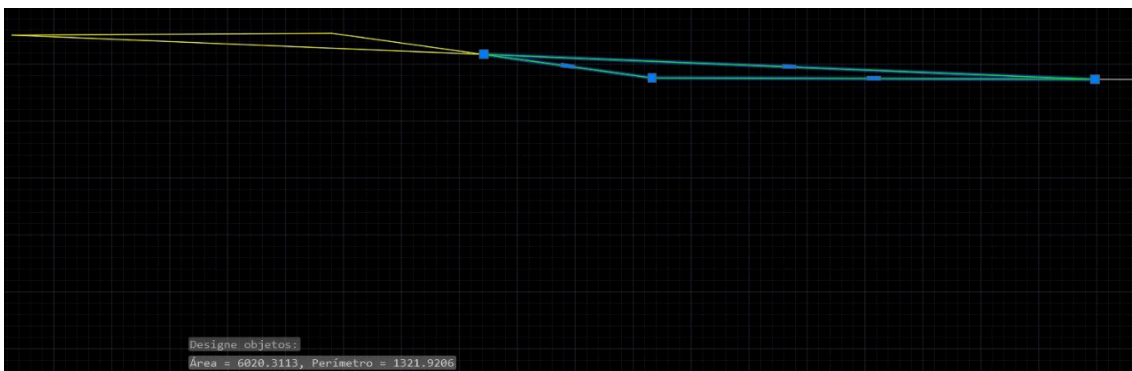
Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

Anexo 18: Tramo del punto de corte realizado en AutoCAD



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

Anexo 19: Tramo del punto del relleno realizado en AutoCAD



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

Anexo 20: Levantamiento topográfico de las vías

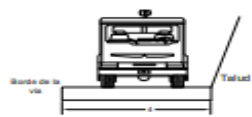
type	latitude	longitude	altitude (m)	name	desc
T	-12.738422276	-76.544156507	220.9	VIA	
T	-12.738453631	-76.544125471	221.0		
T	-12.738484668	-76.544103924	221.1		
T	-12.738525837	-76.544081512	221.2		
T	-12.738566675	-76.544068524	221.2		
T	-12.738607682	-76.544046188	221.3		
T	-12.738648940	-76.544022200	221.2		
T	-12.738689750	-76.544038377	221.1		
T	-12.738729056	-76.544053613	220.9		
T	-12.738769266	-76.544068312	220.7		
T	-12.738809626	-76.544073648	220.6		

Fuente: Elaboración propia en GPS VISUALIZER.

Anexo 20: Diseño de vías actual

DISEÑO CARRETERA ACTUAL

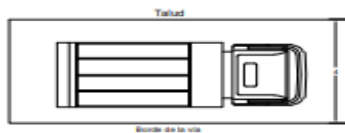
VISTA FRONTAL



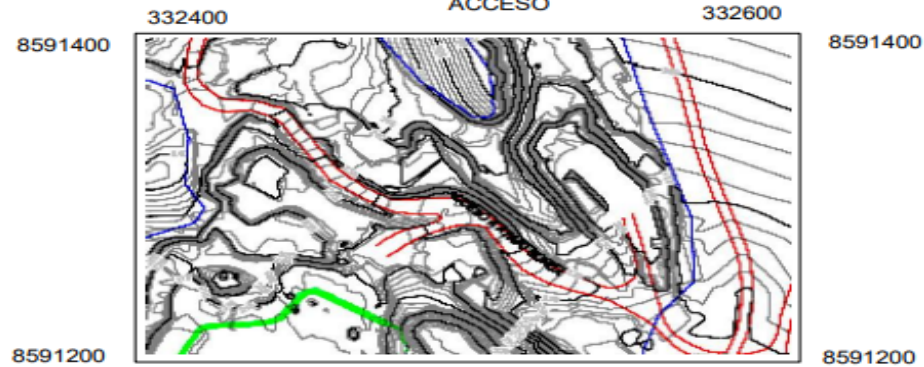
VISTA DE PERFIL



VISTA SUPERIOR

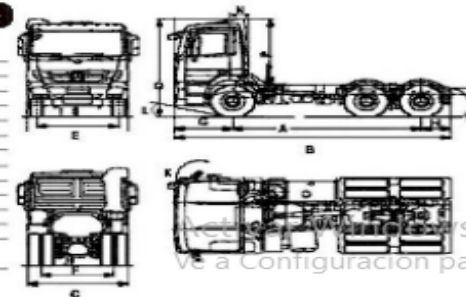


UBICACIÓN DEL ACCESO



FICHA TÉCNICA MODELO DE VOLQUETE

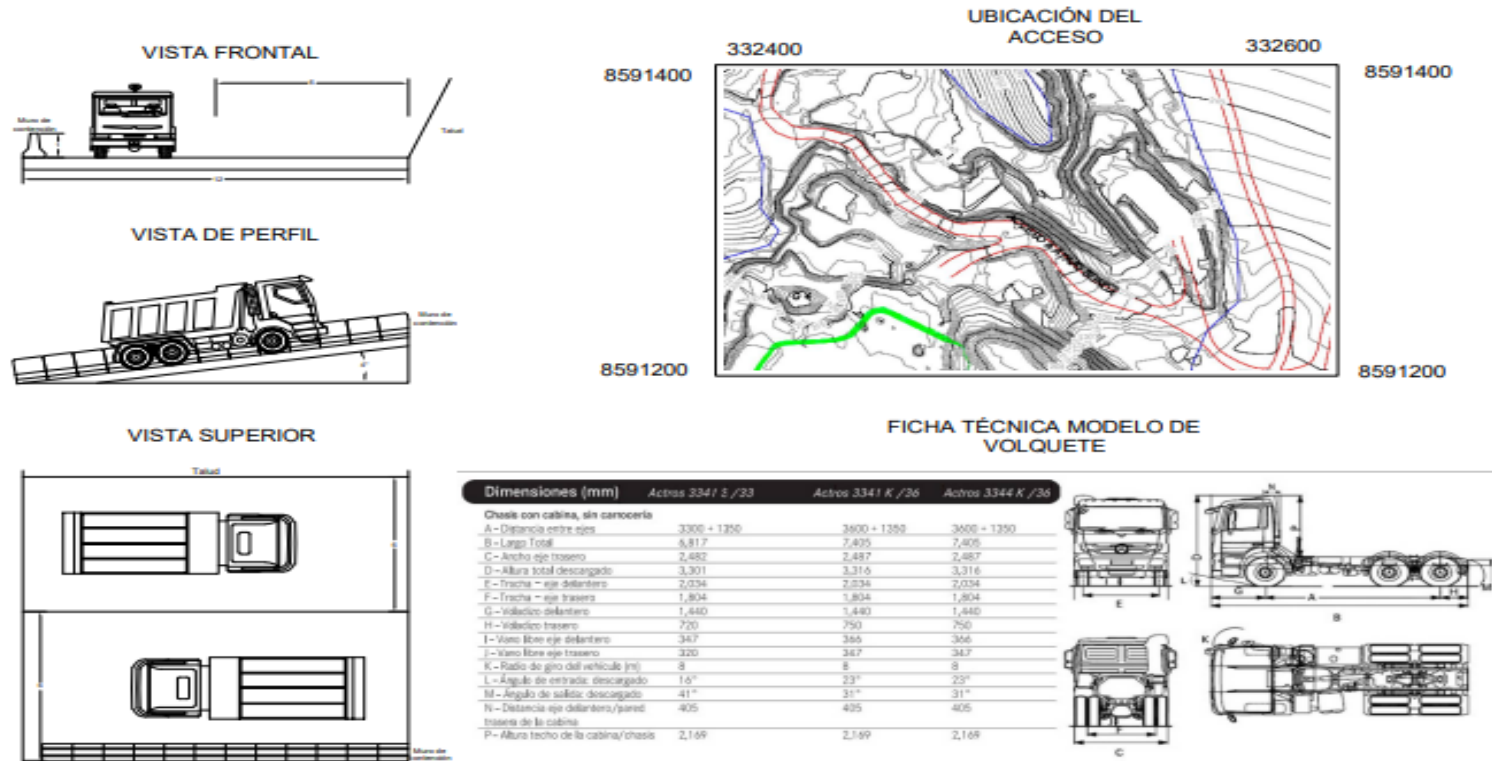
Chasis con cabina, sin carrocería	3300 - 1300	3400 - 1300	3600 - 1300
A - Distancia entre ejes	3300	3400	3600
B - Largo total	5,817	7,438	7,905
C - Ancho eje tracción	2,487	2,487	2,487
D - Altura total descargado	3,301	3,316	3,316
E - Trazado - eje delantero	2,034	2,034	2,034
F - Trazado - eje trasero	1,804	1,804	1,804
G - Voladizo delantero	1,440	1,440	1,440
H - Voladizo trasero	750	750	750
I - Vano libre eje delantero	347	346	346
J - Vano libre eje trasero	330	347	347
K - Radio de giro del vehículo (m)	8	8	8
L - Ángulo de entrada, descarga	14°	23°	23°
M - Ángulo de salida, descarga	41°	31°	31°
N - Distancia eje delantero/pared trasera de la cabina	406	406	406
P - Altura centro de la cabina/chasis	2,169	2,169	2,169



This document was created by an application that isn't licensed to use novaPDF. Purchase a license to generate PDF files without this notice.

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO CARRETERA PROPUESTA



This document was created by an application that isn't licensed to use novaPDF. Purchase a license to generate PDF files without this notice.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Informe del Costo de comercialización de arcilla



RUC: 20481058407

Transportes e Inversiones CATE SAC

Líderes en transporte de carga por carretera y extracción de minerales no ferrosos

INFORME VAL – TRANS LC6 25 – 2022

A: Teresa Árevalo Vera

De: Alejandro Pita Velásquez

Asunto: Venta de Arcilla Promesa 2 y Camelias 6 a las Plantas del Grupo Celima -Trébol por la empresa e inversiones CATE SAC

Fecha:

Jueves, 2 de junio del 2022

Sírvase a indicar a quien corresponda, realizar el siguiente pago de 01/05/2022 al 28/05/2022 de la empresa Sulluscocha; por los servicios de Venta de arcilla a las siguientes plantas del Grupo Celima -Trébol:

- Planta 1: Promesa 2
- Planta 2: Camelias 6

RESUMEN					
PRODUCIDO	FECHA DE INICIO	FECHA FIN	TN TOTAL	PU	SUB TOTAL
ARCILLA PROMESA 2 - PLANTA 1	1/05/2022	28/05/2022	704	\$ 25.6	18,022.40
ARCILLA CAMELIAS 6 - PLANTA 2	1/05/2022	28/05/2022	1208	\$ 25.6	30,904.80
SUBTOTAL A FACTURAR					48,927.20
TOTAL A FACTURAR CON DESCUENTO					48,947.200
IGV 18%					8,810.496
					57,757.696

Atte.

Teresa Arévalo Vera

Gerente general

Transporte e inversiones Cate SAC

Alejandro Pita Velásquez

Coordinador Minera

Sulluscocha

Fuente: Gerencia Sulluscocha

Anexo 23: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Optimización del carguío y acarreo para incrementar la producción de las illitas en Tajo Linda Minera Sulluscocha – Cañete

- Investigador (a) (es): DÁVILA ACOSTA JHON DANIEL

HERRERA QUEVEDO LUZ NAHELLY FIORELLA

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				65	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				65	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			50		
Organización	Existe una organización lógica				65	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				61	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				65	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				65	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				65	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			50		
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				65	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

61.6

3. OPINION DE APLICABILIDAD: Es aplicable para este proyecto

4. Datos del Experto: Nombre y apellidos: *Castro Zavaleta Liliana* DNI 43803365

Grado académico: *Magister*

Centro de Trabajo: *Universidad Cesar Vallejo*

Firma:



Anexo 24: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

(CAMPO)

Experto: Mg. Castro Zavaleta Liliana

Fecha: 09/06/2022

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: *Universidad Cesar Vallejo – Docente universitaria*

Dirección:

e-mail: ccastrozav@ucvvirtual.edu.pe Teléfono: 940148424

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA
		0-25	26-50	51-75	76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			x	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			x	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			x	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			x	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			x	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			x	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			x	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			x	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			x	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			x	

Opinión de Aplicabilidad:

Es aplicable este trabajo de investigación

Nombre y firma del Experto Validador: *Castro Zavaleta Liliana*



DNI Nº 43803365

Anexo 25: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTOS

II. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Castro Zavaleta Liliana
- Grado Académico: Magister
- Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo – filial Chiclayo
- Teléfono: 940148424 Email: ccastrozav@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento: DÁVILA ACOSTA JHON DANIEL

HERRERA QUEVEDO LUZ NAHELLY FIORELLA

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				X	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				X	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable				X	
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				X	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				X	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				X	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				X	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				X	
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente				X	
10	Las preguntas siguen un orden lógico				X	
11	El Nº de ítems que cubre cada indicador es el correcto				X	
12	La estructura del instrumento es la correcta				X	
13	Los puntajes de calificación son adecuados				X	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				X	

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Es aplicable Fecha: 09/06/202

V. Promedio de Valoración: 56



Liliana C.

Anexo 26: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Optimización del carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en Tajo

Linda Minera Sulluscocha – Cañete

1.2 Investigador (a) (es): Dávila Acosta Jhon Daniel

Herrera Quevedo Luz Nahelly Fiorella

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				75	
Objetividad	Está expresado en conductas observables					85
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
Organización	Existe una organización lógica					85
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				80	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				80	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					88
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					85
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					82
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					88

PROMEDIO DE VALORACIÓN

91.6

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Si es aplicable el trabajo de investigación

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Grado académico: Doctor

Centro de Trabajo: Universidad Cesar Vallejo Fecha: 03/09/22

Anexo 27: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

(CAMPO)

Experto: Dr. Solio Marino Arango Retamozo

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad Cesar Vallejo – Docente

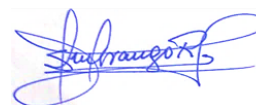
Dirección:

e-mail: sarangor@ucvvirtual.edu.pe Teléfono: 914691576

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				80
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				85
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				80
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				78
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				85
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				85
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				80
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				85
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				80
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				80

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para el trabajo de investigación



Dr. Solio M. Arango Retamozo

DNI Nº 26733726

Fecha: 03/09/22

Anexo 28: FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Dr. Solio Marino Arango Retamozo
- Grado Académico: Doctor
- Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- Teléfono: 914691576 Email: sarangor@ucvvirtual.edu.pe

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				X	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				X	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable				X	
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				X	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				X	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				X	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					X
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				X	
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente				X	
10	Las preguntas siguen un orden lógico					X
11	El Nº de ítems que cubre cada indicador es el correcto					X
12	La estructura del instrumento es la correcta					X
13	Los puntajes de calificación son adecuados				X	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Si es aplicable

IV. Promedio de Valoración: 65

Dr. Solio M. Arango Retamozo

DNI Nº: 26733726

Fecha: 03/09/22

Anexo 29: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

5. DATOS GENERALES:

5.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Optimización del carguío y acarreo para incrementar la producción de illitas en Tajo Linda Minera Sulluscocha – Cañete

- Investigador (a) (es): Dávila Acosta Jhon Daniel

Herrera Quevedo Luz Nahelly Fiorella

6. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

61

7. OPINION DE APLICABILIDAD: Aplicable

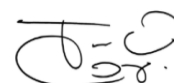
8. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: *Jorge Omar Gonzales Torres*

DNI 43703713

Grado académico: *Magister*

Centro de Trabajo: *Omarza S.A.C*



Firma:

Fecha: 22-09-2022

Anexo 30: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

(CAMPO)

Experto: *Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres*

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: *Universidad Cesar Vallejo – Docente*

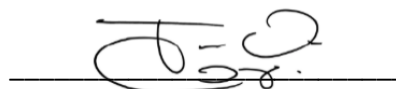
Dirección: Urb. Covicorti F3-21, Trujillo

e-mail: jogonzalest@ucvvirtual.edu.pe Teléfono: 940176519

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA
		0-25	26-50	51-75	76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			x	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			x	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			x	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			x	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			x	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			x	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			x	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			x	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			x	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			x	

61

Opinión de Aplicabilidad: Es aplicable



Ing. Jorge Omar Gonzales Torres DNI N° 43703713

Anexo 31: Ficha de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Ing. Jorge Omar Gonzales Torres
- Grado Académico: Magister
- Institución donde labora: Omarza S.A.C
- Teléfono: 940176519 Email: jogonzalest@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				X	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				X	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable				X	
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				X	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				X	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				X	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				X	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				X	
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente				X	
10	Las preguntas siguen un orden lógico				X	
11	El Nº de ítems que cubre cada indicador es el correcto				X	
12	La estructura del instrumento es la correcta				X	
13	Los puntajes de calificación son adecuados				X	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Si es aplicable Fecha: 03/09/22

IV. Promedio de Valoración: 4



DNI N°: 43703713

Ing. Jorge Omar Gonzales Torres



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Declaratoria de Autenticidad de los Asesores

Nosotros, MARTELL ESPINOZA BEDER ERASMO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE MINAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesores de Tesis titulada: "Optimización del carguío y acarreo para incrementar la producción de las illitas en el Tajo Linda de minera Sulluscocha – Cañete", cuyos autores son HERRERA QUEVEDO LUZ FIORELLA NAHELLY, DAVILA ACOSTA JHON DANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo 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.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 07 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARTELL ESPINOZA BEDER ERASMO DNI: 17831688 ORCID: 0000-0002-4169-9212	Firmado electrónicamente por: MESPINOZABE el 16-12-2022 09:25:09
SALAZAR CABREJOS ROSA ELIANA DNI: 41661370 ORCID: 0000-0002-1144-2037	Firmado electrónicamente por: SCABREJOSRE el 07-12-2022 19:29:16

Código documento Trilce: TRI - 0477331