



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Método alternativo para reducir costos de transporte de minerales de tajo a concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

AUTORES:

Fernández Valverde, Jordy Jimmy (Orcid: 0000-0002-4904-5256)

Tinoco Morales, Israel Eduardo (Orcid: 0000-0002-8478-2606)

ASESOR:

Dr. Vega Huincho, Fernando (Orcid: 0000-0003-0320-5258)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

HUARAZ – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres quienes me enseñaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo.

JORDY FERNANDEZ

Esta tesis está dedicada a mis padres, en especial a mi papá, quien me dió las fuerzas y los consejos para poder seguir creciendo día a día.

ISRAEL TINOCO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres padres: Orlando y Lucia; por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradezco a nuestros docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

JORDY FERNANDEZ

Agradezco a Dios por guiarme en el largo camino y por permitirme concluir con mi objetivo. A mis padres: Gilbert y Luliana quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino. Y por supuesto a mi querida Universidad CESAR VALLEJO y a toda la plana docente, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

ISRAEL TINOCO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	27
Resultados del primer objetivo específico.....	27
Resultados del segundo objetivo específico.....	36
Resultados del tercer objetivo específico.....	36
Resultados del cuarto objetivo específico.....	42
V. Discusión.....	48
VI. Conclusiones.....	51
VII.Recomendaciones.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	61

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Unidades de transporte de minerales – Mina Santa Lucía</i>	20
Tabla 2. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	22
Tabla 3. <i>Procedimientos de investigación</i>	23
Tabla 4. <i>Método de análisis de datos</i>	24
Tabla 5. <i>Bienes y servicios</i>	26
Tabla 6. <i>Cálculo de viajes por día de cada UT</i>	28
Tabla 7. <i>Cálculo de rendimiento – método actual</i>	29
Tabla 8. <i>Costo de combustible – método actual</i>	29
Tabla 9. <i>Costo de operador – método actual</i>	31
Tabla 10. <i>Cálculo de costo de repuestos e insumos – método actual</i>	32
Tabla 11. <i>Cálculo de costo de mano de obra de mantenimiento – actual</i>	33
Tabla 12. <i>Costos total de mantenimiento preventivo – método actual</i>	33
Tabla 13. <i>Resumen de costos de transporte – Método actual</i>	34
Tabla 14. <i>Cálculo de viajes por hora de cada UT – método alternativo</i>	36
Tabla 15. <i>Cálculo de rendimiento – método alternativo</i>	37
Tabla 16. <i>Costo de combustible – método alternativo</i>	38
Tabla 17. <i>Costo de operador – Método alternativo</i>	39
Tabla 18. <i>Cálculo de costo de repuestos e insumos – método alternativo</i>	39
Tabla 19. <i>Costos total de mantenimiento preventivo – método alternativo</i>	40
Tabla 20. <i>Costos de mantenimiento preventivo – método alternativo</i>	40
Tabla 21. <i>Resumen de costos del Método Alternativo</i>	41
Tabla 22. <i>Utilidad del método actual de transporte</i>	42
Tabla 23. <i>Utilidad del método alternativo de transporte</i>	43
Tabla 24. <i>Utilidad del método alternativo y el método actual</i>	45

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. <i>Ishikawa para los altos costos de transporte de minerales.....</i>	40
Figura 2. <i>Pareto para los problemas de la Mina Santa Lucía S.A.C.....</i>	41
Figura 3. <i>Vista de noreste a suroeste del recorrido de los vehículos.....</i>	27
Figura 4. <i>Utilidad anual por UT – Método actual.....</i>	43
Figura 5. <i>Utilidad anual por UT – Método alternativo.....</i>	44
Figura 6. <i>Costos anuales de transporte – Método actual vs alternativo.....</i>	45

Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar en qué medida el método alternativo reduce los costos de transporte de minerales de tajo a concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Vicos en Carhuaz en el 2021, el nivel de la investigación fue descriptivo – propositivo, se tomó como unidad de estudio las unidades de transporte de mineral, se tomaron los datos de costos de transporte como el costo de combustible, el costo de operador, el costo de mantenimiento y el rendimiento de las unidades de transporte, se propuso reemplazar 10 dumpers de 10 metros cúbicos y de 8 metros cúbicos por 5 volquetes de 15 metros cúbicos cada uno. Con la propuesta se estimó que los costos de combustible se reducen hasta en S/ 258,350.31 soles anualmente, los costos de operador anual hasta en S/ 311,040.00 soles, los costos de mantenimiento hasta en S/ 32,753.00 soles al año y el costo total de transporte hasta S/ 602,143.31 soles al año a la vez que el rendimiento se incrementa hasta en 10,114.41 metros cúbicos por año.

Palabras clave: Costos de transporte, Transporte de mineral, camiones.

Abstrac

The objective of the research work was to determine to what extent the alternative method reduces the costs of transporting ore from pit to concentrator at the Santa Lucía S.A.C. Mine in Vicos in Carhuaz in 2021. in Vicos in Carhuaz in 2021, the level of the research was descriptive - propositive, the ore transportation units were taken as the unit of study, the transportation cost data were taken as fuel cost, operator cost, maintenance cost and performance of the transportation units, it was proposed to replace 10 dumpers of 10 cubic meters and 8 cubic meters by 5 dumpers of 15 cubic meters each. With the proposal, it was estimated that fuel costs would be reduced by up to S/ 258,350.31 soles per year, annual operator costs by up to S/ 311,040.00 soles, maintenance costs by up to S/ 32,753.00 soles per year and total transportation costs by up to S/ 602,143.31 soles per year, while at the same time, performance would be increased by up to 10,114.41 cubic meters per year.

Key words: Transportation costs, ore transportation, trucks.

I. INTRODUCCIÓN

El sector de la minería es una actividad económica parte del sector primario de producción, lo que indica que en ella se generan materias primas las cuales son extraídas del suelo y subsuelo, estas sirven como base para la producción de otros productos. Y para el Perú este sector tiene un rol muy importante y trascendental, pues esta industria ha producido una ingente riqueza que ha favorecido desde mucho tiempo atrás, incluso desde épocas precolombinas. Con la finalidad de seguir dotando de mejora continua a las empresas del sector minero, la finalidad del presente proyecto de investigación es comparar métodos alternativos para transportar minerales desde los lugares de extracción (tajo) hasta los lugares de procesamiento (concentradora), donde se mejora la pureza del mineral extraído para ser comercializado o llevar a cabo otros procesos, todo esto para poder reducir los gastos económicos generados por dicho traslado.

Para ello se presentan algunas estadísticas del sector minero a nivel mundial, para entrar en contexto respecto a la producción, exportaciones, importaciones, entre otros. Un informe realizado por World Mining Data (2019) y presentado por el Comité Organizador Internacional del World Mining Congresses revela que la producción mundial de minerales en los últimos 10 años ha tenido una tendencia creciente, se muestra que en el 2015 hubo una producción de 17 259.32 millones de toneladas métricas (TM) de minerales nivel mundial, al siguiente año hubo una caída hasta 16 807.46 millones de TM, desde entonces hubo un incremento ininterrumpido hasta el 2018, teniendo una producción de 17 252.16 millones de TM en el 2017 y 17 685.39 millones de TM en el 2018.

Por otro lado, un reporte publicado por la secretaria ejecutiva de CEPAL – Comisión económica para América Latina y el Caribe, Bárcena (2018) menciona que los principales países exportadores de minerales en América Latina son Brasil con un 27%, seguido por Chile con un 23%, en tercer lugar México con un 20% y en cuarto lugar se encuentra Perú con un 15%, también menciona que México es el mayor país importador de minerales en América

Latina con un 47%, seguido por Brasil con un 14%, en este caso, Perú solo importa un 4% de minerales.

De la misma manera, la Revista Rumbo Minero (2020) menciona que para el 2021 el Perú cuenta con una cartera de 46 proyectos de construcción de minas las cuales representan una inversión de 56 158 millones de dólares, de los cuales se han anunciado que 7 de ellas inician este año 2021, representando así una inversión de poco más de 3 500 millones de dólares. Teniendo estos datos se puede decir que dichos proyectos pueden beneficiar en recuperar e incluso superar los indicadores de producción y exportación de minerales que estuvieron proyectados para el 2020 y el 2021, que por consecuencia de la pandemia se vieron afectados.

Bozzano (2019) indica que las empresas mineras, cada vez, son más presionadas para reducir sus costos de transporte, especialmente en el transporte primario y secundario, menciona que la optimización del proceso de transporte de minerales es un enorme desafío pues se debe de mantener el nivel de servicio, es decir, el reducir gastos no implica reducir la calidad del transporte. También indica un ejemplo de la Compañía Codelco en Chile pues, es la que lidera la tendencia de reducción de costos, teniendo un ahorro de US\$ 1.200 millones en tan solo 7 años. La clave del éxito de Codelco se basa en la implementación de nuevas tecnologías que ayudan a ser más eficiente en el consumo de combustible, por otro lado, se instalaron sistemas de telemetría a sus unidades de transporte las cuales ayudan recopilar datos de transporte, estos sistemas no solo están en la unidad de manera íntegra, sino también, en algunos componentes de la unidad como motores, sistemas hidráulicos, tanques de combustible, entre otros, y se conectan directamente a las computadoras de la empresa para realizar monitoreo y generar reportes en tiempo real.

Entonces teniendo conocimiento del contexto general, se considera relevante presentar que el sector minero es beneficiador de crecimiento y desarrollo económico, eso incluye a las medianas y pequeñas empresas como la Compañía Minera Santa Lucía, la cual como muchas otras son parte de la cadena productiva de minerales en el Perú. Esta compañía minera se

encuentra en el centro poblado de Vicos, en la provincia de Carhuaz y la cual cuenta con una unidad operativa llamada la mina Garrosa. El tipo de mineral que se extrae en la mina es polimetálico, significa que está constituida por varios tipos de metales, entre ellas la galena argentífera, galena, calcopirita, pirita, esfalerita, calcita, tetraedrita y otros minerales de ganga de menores proporciones, pero lo más significativos por el aporte económico son la galena, plata y esfalerita, pues de estos se obtiene los concentrados de Plomo, Cobre y Zinc, las cuales son las principales.

Debido a que la investigación se centra en la minera Santa Lucía, un informe de la misma empresa indica que los minerales tratados en la planta concentradora se realizan por el método de flotación diferencial, para ello, los minerales son trasladados desde el lugar de explotación (tajo) hasta la planta concentradora. El campamento minero donde inicia el recorrido de los Dumpers recorre un aproximado de 4.5 kilómetros de carretera afirmada, esta carretera es visiblemente muy accidentada pues el campamento se encuentra a una altitud de 4876 msnm y el terreno tiene una inclinación de casi 50 metros, lo cual vuelve a la zona muy accidentada, por otro lado la planta se encuentra a 4552 msnm, lo que es 324 metros más abajo del campamento, por lo que esto justifica que la carretera afirmada deba seguir una ruta de muchas curvas y zigzags para poder recorrer esas altitudes de terreno (Velas, 2018).

También se indica que los estudios y reportes de la minera Santa Lucía, estimaron que existe un aproximado de 120 000 toneladas métricas por explotar, esto implica destinar una serie de recursos las cuales ayuden a las operaciones, pero el terreno accidentado aporta mayor dificultad a las labores de transporte del mineral, más aun considerando que los Dumpers usados para dicha labor son antiguos, con repuestos poco disponibles en el mercado, usan tecnología antigua en sus motores Diesel por lo que generan contaminación, pudiendo causar sanciones monetarias pues el hecho de que la empresa sea formal no excluye que deba mantener estándares adecuados para su operaciones, eso implica, la emisión de gases que generan sus

máquinas, la seguridad de los trabajadores, el uso adecuado del agua, entre otros.

De la misma manera, la empresa informa que los gastos de transporte de la mina Garrosa son altos, pues en el 2019 se registró un gasto de combustible de casi 1500 dólares y gastos de mantenimiento de casi 8000 dólares. Por ello cabe mencionar también que las capacidades de los Dumpers actuales no satisfacen la cantidad de mineral extraído, además de las constantes fallas que han generado que muchas veces solo estén operativos algunos Dumpers (Vázquez, 2019). Todos estos problemas generan una serie de dificultades e incrementos de costos, por lo que la idea de generar mejoras en las actividades es muy importante para tener el control completo de las tareas unitarias y de esa forma generar un mejor uso de los equipos de transporte y mejorar la rentabilidad y productividad de la empresa. Por lo que se evaluaron los principales problemas de la empresa y se generó un diagrama de Pareto (Ver anexo 1) en el cual se determinó que la mayor concentración de problemas encontrados se centra en el método de transporte de minerales. Posterior a ello se realizó un diagrama de Ishikawa (Ver anexo 2) para poder determinar las causas de estos problemas.

Dada la realidad problemática, de no resolverse el problema de costos de transporte, la empresa seguirá perdiendo dinero en gastos excesivos de transporte, la cuales pueden ser revertidas a través de una buena inversión en métodos alternativos de transporte, pues de no realizar inmediatamente un cambio, los costos de mantenimiento seguirán incrementando al igual que el costo de combustible, por otro lado, las unidades de transporte ya se encuentran deterioradas por lo que en cualquier momento podrían sufrir averías inesperadas que pongan en riesgo la producción de minerales, y de la misma forma la rentabilidad de la empresa y es en ese sentido que la empresa minera necesita mejorar sus procesos en todas las facetas, incluyendo la extracción, el procesamiento, el transporte y la comercialización de los minerales, para seguir siendo eficientes en cuanto a costes y afianzarse en el mercado competitivo.

Debido a todo lo expuesto anteriormente, se ha formulado el siguiente **problema de investigación**: ¿En qué medida el método alternativo reducirá los costos de transportes de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021? y los siguientes **problemas específicos**: ¿Cuál es el diagnóstico de los costos de transportes de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Cuál es el método alternativo para reducir los costos de transportes de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Cuál es el resultado del costo de transporte del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021? y ¿Cuáles son los resultados del costo de transporte antes y después del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021?

La investigación se **justifica** por su potencial aporte a **nivel teórico** por que se pondrá a prueba los conceptos referidos a costos de transportes por primera vez en la empresa, lo cual ayuda a tener un referente en estudios de este tipo dentro de la empresa para posteriormente poder generar discusiones y elegir mejores propuestas. A **nivel práctico** porque la metodología empleada ayuda a plantear una estrategia eficiente para resolver un problema real de transporte de minerales en la empresa y por último a **nivel económico** pues la metodología usada en la investigación ayudará a reducir los costos de consumo de combustible y de mantenimiento y por consecuencia incrementar la rentabilidad de la empresa.

Por lo tanto, se tiene como **objetivo general**: Determinar en qué medida el método alternativo reduce los costos de transporte de minerales de tajo a concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021 y como **objetivos específicos**: **Diagnosticar** el estado actual de la empresa respecto a los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021, **plantear** el método alternativo de transporte para reducir los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021, **evaluar**

el costo de transporte del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021 y **comparar** los costos de transporte de minerales del método actual y el alternativo en la Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.

Y como **hipótesis general** se planteó: El método alternativo reduce en 10% los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021 y como **hipótesis específicas**: Los costos de transporte de minerales son más del 50% de los costos de extracción en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. El método alternativo de transporte de minerales es el reemplazo de dumpers por volquetes en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. Los costos de transporte de minerales son menos del 50% de los costos de extracción en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. El método alternativo logra reducir en 10% los costos de transporte de minerales en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Hasta la actualidad, se han elaborado diversas investigaciones para lograr reducir costos de transporte de minerales en las empresas mineras de todo el mundo. **A nivel internacional**, Bajany y otros (2019) en su artículo científico denominado “An Optimization Approach for Shovel Allocation to Minimize Fuel Consumption in Open-pit Mines: Case of Heterogeneous Fleet of Shovels” fue desarrollada en Sudáfrica y tuvo como objetivo principal diseñar un modelo óptimo para minimizar el consumo de combustible de las máquinas en las operaciones de una mina de tajo abierto. La formulación del modelo tuvo en consideración el tiempo de espera de los camiones en los lugares de vertido y carga, y los tiempos de inactividad de las Excavadoras CAT 777D. Concluyeron que, al realizar las simulaciones se plantearon 3 escenarios distintos en las que obtuvieron como resultados los tiempos de espera considerados en los puntos de carga y descarga que fueron 0.30 min para el primer escenario, 0,48 min para el segundo y 0,78 min para el tercero, también consideraron la misma cantidad de material transportado (37248 t); en el primer escenario obtuvieron como resultado el consumo de 130,99 mililitros por tonelada y 4879,80 litros de combustible consumidos para toda la operación de transporte; en el segundo escenario se consumió 136,90 mililitros por tonelada y 5099,30 litros de combustible consumidos en toda la operación de transporte y en el tercer escenario se consumió 132,92 mililitros por tonelada y 4851,12 litros durante la operación.

Lins, et al (2018) en su artículo científico titulado “Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistemas” tuvieron como principal propósito calcular de manera óptima la flota de equipos de carga y acarreo para cumplir las demandas de manera eficiente en la planta en Brasil, La población de estudio estuvo conformada por 6 volquetes modelos VM330 de la marca Volvo y de 6 excavadoras de modelos CAT336D de la marca CAT. Como resultados obtuvieron la capacidad de producción de dos plantas, la primera fue la Planta Fillerca y la segunda fue la Planta Ouro Branco, teniendo una producción de 330.62 t/h y 216.58 t/h respectivamente. Concluyeron que, para la planta Ouro Branco se requirieron

3 camiones y 2 excavadoras y que para la planta Fillercal se necesitaron 3 camiones y 3 excavadoras, de la misma forma mencionaron que al realizar las simulaciones computacionales se evaluaron los tiempos de ciclo y los costos óptimos en base a la carga transportada.

Nakousi, et al (2018) en su artículo científico “An asset-management oriented methodology for mine haul-fleet usage scheduling” en la cual el objetivo principal fue proponer una formulación original de programación entera mixta para optimizar la programación de los equipos de transporte de la mina a largo plazo. Su metodología manejó distintos aspectos como la minimización conjunta de los costos de combustible; mantenimiento, reparación y revisión, reducción de las emisiones de gases, métricas de rendimiento de equipos, aumento de los tiempos de ciclo debido al envejecimiento de la mina y métricas de consumo de combustible. Concluyeron que, el estudio mostró una reducción de costos del 13% en los flujos asociados a combustible, este porcentaje se tradujo en una ganancia de VAN de 13,1 millones de dólares. Además, las emisiones de gases se redujeron en una media de 3.470 t/año o un 11% en total.

A nivel nacional, Vásquez y Vélez (2019) quiénes en su tesis de grado denominada “Evaluación de selección y reemplazo con volquetes de 25m³ de capacidad para la optimización de costos en el proceso de carguío y acarreo de una empresa minera en Cajamarca – 2019” fue realizada en la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú; en la cual tuvieron como propósito dimensionar la flota de volquetes que transportan mineral, fue de tipo pre experimental y su población estuvo conformado de 6 Volvo FMX, de los cuales 3 fueron de 20m³ de capacidad y 3 de 25m³. Concluyeron que, para que puedan transportar 20444 m³ de minerales del tajo al campo de lixiviación se necesitaron 2 camiones de 25m³, para transportar material del tajo al botadero, se requirieron 2 camiones de 25m³, y que el consumo de combustible tuvo un ahorro máximo de 34.76 gal/1000m³ de mineral transportado, por lo que el reemplazo de camiones redujo los costos de combustible, al igual que el costo de mantenimiento.

Valdivieso (2018) en su tesis de grado titulado “Cálculo de camiones para el transporte de mineral y desmonte en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.” realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú; tuvo como propósito principal determinar la cantidad óptima de volquetes para el transporte de minerales, tomó como datos las distancias que recorren las unidades y los tiempos de ciclo. Del cual obtuvo como resultados que la cantidad de mineral que debe de remover es de 25277 toneladas diarias, incluido el desmonte, las tiempos determinados fueron de 31 min para el desmonte y de 20.59 min para los minerales, por lo que concluyó mencionando que la cantidad de volquetes que necesitó para transportar el mineral y desmonte es de 18 con una capacidad de 22.5 m³ cada uno, y con el método que aplicó, logró calcular las proyecciones para estimar la cantidad de volquetes necesarios para los próximos 5 años, todo ello en base a la cantidad de material por remover.

Bazán (2016) en su tesis de grado denominado “Cálculo de número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha” realizado en la Universidad Continental, Huancayo, Perú; tuvo como objetivo principal determinar el cálculo para la cantidad necesaria de la flota de camiones para el acarreo de mineral. Obtuvo como resultados que se calcularon un total de 16,997,256 t de material por remover, de los cuales, 2,236,481 fueron minerales y 14,760,775 t fueron desmonte, realizó cálculos para determinar la cantidad de volquetes requeridas en el primer trimestre del 2016 hasta el segundo trimestre del 2018, dicho resultado fue un incremento de 5 volquetas hasta 12, en el último periodo mencionado. Por último, concluyó que, el costo de los volquetes fue de 48.34 dólares/hora con una capacidad de 20 m³ y en el caso de las excavadoras el costo aproximado fue de 122.47 dólares/hora.

A nivel local, Salas (2019) en su tesis grado denominado “Maximizar el ciclo de carguío y acarreo para minimizar el costo de operación en el proyecto de movimiento de tierras de la cantera América en la mina Pierina, minera Barrick Misquichilca S.A. año 2018”, realizado en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú: la cual tuvo como objetivo principal la

maximización del ciclo de carguío y acarreo para reducir los costos de operación de movimientos de tierras, en la cual la metodología fue una investigación de tipo aplicada, de diseño no experimental y alcance descriptivo, y en la que tuvo como muestra a 3 volquetes de 15cm³ y una excavadora hidráulica CAT 330. Concluyó mencionando que redujo el costo de operación en 0.307 US\$/m³, por lo que demostró que el costo óptimo de carguío y acarreo es de 3,746 US\$/m³; y obtuvo una ganancia adicional de US\$ 44,134.04.

Anaya (2019) en su tesis de grado titulado “Evaluación de costos operativos procesos en la U.E.A. Huancapetí de la Compañía Minera Lincuna S.A. – Año 2018”, realizado en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú: tuvo como propósito principal evaluar los principales costos operativos de tres operaciones mineras distintas pertenecientes a la misma compañía. La investigación fue aplicada no experimental y de alcance descriptivo, su población y muestra estuvo conformada por todos los costos operativos por proceso de las minas Hércules, Coturcan y Caridad. Concluyó mencionando que respecto a la mina Hércules el costo por acarreo y carguío de minerales correspondió a 3.82 \$/Tm lo que representó un 14.91% de los costos operativos, de la misma forma, se determinó que para la mina Coturcan y Caridad, se calculó un costo por carguío y acarreo de 4.52 \$/Tm y 4.83 \$/Tm respectivamente, lo cual representó un 23.17% y un 22.94% de los costos totales, de esa manera demostró que los costos por carguío y acarreo son los más significantes de los costos operativos en operaciones mineras.

Calderón (2017) en su tesis de grado titulado “Optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha”, realizado en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú: tuvo como principal propósito demostrar la factibilidad de aplicar un método para reducir los costos operativos de explotación en base a óptimos estándares de trabajo en las operaciones unitarias. La metodología de la tesis fue de diseño experimental, de alcance explicativo, su población fue de 12 unidades de Scooptrams y su muestra fue de 3 Scooptrams. Concluyó mencionando que la técnica que usó para

optimizar los estándares de trabajo fue la reducción del costo por hora de operación, esto incluyó un programa de mantenimiento para mantener una disponibilidad del 100%, con lo que demostró que la empresa pudo ahorrar hasta US\$ 44,064 al año.

Para poder dar mayor soporte a la investigación se tomaron en cuenta las **bases teóricas** que fundamentan la investigación, para ello se aborda de manera general los conceptos relacionados a la investigación, los conceptos de cada variable y de sus dimensiones e indicadores.

Debido a que la investigación se centra en una empresa del **sector minero**, este se define, según Adams (2016) como el sector industrial dedicada a la extracción, procesamiento, refinamiento y comercialización de minerales metálicos o no metálicos. De la misma forma, Hisan, et al (2019) menciona que la **minería** se refiere al uso de las ciencias y de las técnicas relacionadas a actividades como la exploración y la explotación de menas o yacimientos mineros. Por otro lado, este sector se distingue en varios tipos de explotación, las cuales son la minería de superficies, subterráneas, de pozos o perforación y la minería submarina.

Existen muchos factores para decidir de qué manera se va realizar la explotación de un yacimiento, y ya sea por el tamaño, la ubicación, a profundidad del cuerpo mineral, la topografía, la distribución de mineralización y otros factores más que se descubren en la etapa de exploración, son los que definen el tipo de extracción (Forget y Rossi, 2021). En el caso de la extracción de superficies abiertas (cielo abierto), Puell y Kumar (2017) mencionan que se divide en tres métodos principales las cuales son de Tajo Abierto, Minado de placeres y Glory Hole. Y en el caso del método de explotación a tajo abierto se define como las minas que son explotadas de tal manera que las superficies toman forma de terrazas y que, con la extracción constante, estas van siendo más profundas y anchas.

Para Blom y otros (2019), en este tipo de minas, la extracción se inicia con voladuras de rocas previa perforación, luego los restos de rocas son transportados desde el punto de extracción a máquinas chancadoras las

cuales reducen más el tamaño de los minerales para posteriormente ser transportados a la planta concentradora, donde se procesan y se separa el mineral principal de los demás minerales que se encuentran en menor proporción.

Es por ello que, Turvey (2019) dice que, en la industria minera, las empresas realizan sus operaciones con la intención de extraer las rocas o menas que contienen una cantidad comercialmente rentable de minerales, ya sean metálicos o no metálicos, pero sobre todo metálicos. El material restante luego de extraer los minerales de las menas se les denomina ganga. Es así que el contenido de la mena, es decir la unidad de peso por mineral extraído, se mide en base a una escala denominada ley y es por ello que los minerales se miden generalmente en toneladas métricas y las piedras preciosas en quilates, además un quilate es un aproximado de 200 miligramos.

El proceso de la minería se realiza por diversos procesos las cuales están compuestas por varias **operaciones unitarias**. Según Santoro, et al (2021) todo inicia con la exploración, donde ya sabiendo en qué zonas se encuentran las principales betas, estas se separan en menas para realizar una explotación más organizada. Estos procesos unitarios, luego de la explotación, inician con la extracción la cual es cuando se realizan perforaciones en las rocas para insertar explosivos y ser detonados de manera controlada (Gorman y Dzombak, 2018).

La siguiente operación según Núñez y otros (2016) es el carguío y acarreo, en la cual todo el mineral explotado es cargado por excavadoras o cargadores frontales en volquetes o dumpers, las cuales transportan el material a la zona de chancado. En este punto los minerales son convertidos a rocas de menor tamaño, este proceso además tiene varios niveles, como lo son el chancado primario, el secundario y hasta terciario, luego de ello el mineral es molido a niveles más pequeños donde ya se evalúa el tamaño en escalas que miden la granulometría.

Respecto a los procesos unitarios, el más importante para la investigación es el **carguío y acarreo** de minerales, la cual Awuah (2016) menciona que es

una de las operaciones más importantes y críticas debido a los altos porcentajes de costos de operaciones que involucra, llegando a ser como mínimo un 45% y un máximo de hasta 65%, esto se sustenta por la cantidad de recursos que se colocan en operación, tanto en recursos humanos (mantenedores, operadores, técnicos, etc.) como suministros (repuestos, lubricantes, etc.) y maquinaria (cargadores, volquetes, fajas transportadoras, etc.) dedicadas para la operación y de esa manera cumplir su objetivo principal el cual es transportar el mineral del punto de minado al punto de procesado o al botadero.

En ese sentido, Santalices, et al (2016) mencionan que existen dos medios de transporte de minerales, las cuales pueden variar dependiendo del tipo de material, de la geografía, la distancia de transporte, las pendientes de las carreteras, entre otros factores; el primer medio es el discontinuo el cual se realiza a través de transportes que están sobre neumáticos como los Scooptrams, los volquetes mineros, y los que se encuentran sobre carriles o rieles como las locomotoras diésel o Trolley, vagones mineros, entre otros. Por otro lado, dentro del medio continuo se realiza a través de ductos mineros, tuberías, fajas o cintas transportadoras. Y como se mencionó anteriormente, cada modalidad de transporte va a variar dependiendo de los factores que intervienen en la capacidad de la mina y las limitaciones de recursos económicos (Yarmuch, et al, 2020).

Bustillo (2018) sostiene que uno de los métodos de transporte de minerales más efectivos y eficientes es a través de los camiones o volquetes mineros, pues como se mencionó anteriormente, las características geográficas influyen en la selección del método de transporte, y es en ese sentido que los medios discontinuos son usualmente usados en zonas con una geografía de pocas pendientes o en otros casos en zonas donde las pendientes son muy elevadas por lo que usar ductos, fajas transportadoras u otro tipo método continuo no garantiza que el mineral se transporte de manera correcta.

Bustillo (2018), también manifiesta que actualmente las mineras usan volquetes y camiones con distintas configuraciones tecnológicas e instrumental que optimizan el uso y control de dichas unidades de transporte,

de esa forma cumplen con el objetivo de ser más confiables, tener disponibilidad operativa, ser versátiles y sobre todo ser sencillo de usar para los operadores. En ese sentido es importante tener en cuenta diversas características que influyen en la cantidad de unidades que se deben de usar y los costos que estos implican.

Es por ello que el método de transporte de minerales a través de camiones o volquetes mineros involucra diversos aspectos los cuales influyen en las operaciones de transporte, siendo así los tiempos en las cuales se ejecutan las operaciones, la cantidad de material que se transporta y hasta la cantidad de unidades que se requieren, estos aspectos son presentados como **las dimensiones del método alternativo de transporte** las cuales se explican a continuación.

Skawina et al (2018) mencionan que dentro del medio discontinuo sobre neumáticos a través de Scooptrams y volquetes mineros una de las variables a evaluar son los **tiempos ciclos** en los cuales realizan cada operación de transporte, en ese sentido, los subprocesos de los cuales se deben de considerar los tiempos son los siguientes: el tiempo de posicionamiento de equipos de acarreo, el tiempo de carguío y traspaso del material por parte del equipo de carguío, el tiempo de transporte del material a su destino en el equipo de acarreo, el tiempo de descarga del material y el tiempo de retorno del equipo de acarreo al punto de carga. Con la suma de todos los tiempos de los subprocesos se obtiene el tiempo de ciclo del carguío y acarreo (Nday y Thomas, 2019).

Respecto a la carga que se transporta Laita (2018) considera al **dimensionamiento de carga**, es decir el volumen de material, ya se minerales o desperdicios, que se ha de transportar de un lugar a otro, este se ve influenciado por la capacidad de carga que tienen las unidades de transporte, la cantidad de viajes que harán las unidades y el factor de llenado de las unidades. De esa manera se logra determinar el volumen a transportar.

Otro concepto es **el dimensionamiento de flota**, el cual según Burt y Caccetta (2018) se calcula la cantidad de unidades que serán requeridas para

transportar los minerales o desmontes. Para ello se consideran factores técnicos de acuerdo al tipo de unidad de acarreo que se vaya a usar, estos factores son la capacidad de carga de tolva y el porcentaje de factor de llenado, otros factores que se consideran son la cantidad de viajes las cuales se calculan en base al tiempo de ciclo, finalmente para realizar el cálculo de unidades requeridas, se relacionan la cantidad del material movido y el volumen del material (Moradi y Askari, 2019).

Respecto a la variable de costos de transporte, Ozdemir y Kumral (2018) mencionan que los **costos operacionales** se refieren a todos los costos que incurre una empresa para solventar el desarrollo de sus actividades operativas las cuales tengan relación con la producción de un producto o la prestación de un servicio, en ese sentido dentro del sector minero se los costos operativos corresponden a actividades como, a tronadura, la perforación, el transporte, el carguío, el acarreo, entre otros.

Cabe mencionar de manera ideal, los costos generales dentro de las empresas deben tratar de ser siempre los mínimos posibles, pues se sabe que a menores costos. mayores utilidades, y es por ello que la función de los profesionales en las áreas operativas estén en constante observación y evaluación de sus procesos para identificar oportunidades de mejora en los procesos, obviamente estos cambios se generan en base a una inversión la cual se evalúa y determina que al cabo de un tiempo el cambio generado dará mejores resultados económicos. Por ello la intención de esta investigación es volcar ese conocimiento de mejora de procesos para reducir los costos de los procesos de transporte de minerales.

En ese sentido Ribeiro (2020) indica que, dentro de las actividades o subprocesos, uno de los que ocupa el mayor porcentaje de costos es en el transporte de minerales, la cual incluye el carguío y acarreo. En este subproceso, los factores que intervienen para poder determinar los costos están en base a los tiempos de trabajo, ya sea de los recursos humanos o de los equipos de transporte. Estas también se consideran como dimensiones de los costos de transporte que son las siguientes.

La primera dimensión es respecto a las unidades de transporte es el cálculo del **rendimiento** por hora del equipo o la unidad de transporte, el cual según Pash y Uludag (2018) se calcula en función del factor de llenado, el porcentaje de facto de llenado y la cantidad de viajes por hora que realiza la unidad de transporte. El siguiente cálculo que se realiza es las horas totales de trabajo de las unidades de transporte, la cual relaciona la cantidad de material a mover y el rendimiento de las unidades, es así como se obtiene uno de los principales factores para poder calcular los costos en base a los tiempos de trabajo (Tapia, et al, 2020).

Otra dimensión considerada son los costos operativos la cuales incluyen el costo de conductor y los costos de combustible, según Dindarloo y Siami (2016), en el caso del costo de conductor se calcula en función al contrato establecido por la empresa y los turnos de operación, siendo así el costo por hora lo que se obtiene al realizar el cálculo, de igual manera, el **costo de combustible** se refiere a la cantidad de combustible que consumen las unidades durante las labores de acarreo de minerales, es así que existen dos cálculos que ayudan a determinar los costos.

El primero es el cálculo de consumo de combustible por galón, la cual se determina en base a las horas totales trabajadas de las unidades de transporte y los ratios de combustible, este último valor se indica en las características técnicas de las unidades de transporte. El siguiente cálculo se refiere a determinar el costo de combustible, el cual está en función de consumo por galón de las unidades de transporte y el costo de combustible por galón (Peralta, y otros, 2016).

El último tipo de costo que se consideran dentro de los costos de transporte son los **costos de mantenimiento** las cuales según Stenström et al (2016) se calculan en base a los costos de mantenimiento programado y no programado de los distintos sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctrico, entre otros; de las unidades de transporte, estos incluyen los costos fijos que serían los costos del mantenimiento programado y los costos variables que son los costos de mantenimiento correctivo, estos costos también se calculan en base

a la cantidad de unidades de transporte que se hayan calculado en el dimensionamiento de flota.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada, pues se usaron conocimientos teóricos para encontrar una propuesta o alternativa de solución a una cuestión específica, este tipo de investigación se genera en base al conocimiento básico el cual ayuda a fundamentar y analizar las variables en cuestión para que de esa forma crear procesos que generen valor en la empresa (Bunge, 1971).

3.1.2. Enfoque de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo pues se recopiló datos numéricos de las variables para poder cuantificarlos y posteriormente analizar los promedios, las tendencias, etc. Y en base a ello describir los resultados obtenidos. Según Hernández y otros (2014) la investigación con enfoque cuantitativo es aquella que usa los datos para ser analizados de forma estructurada las cuales se obtienen de fuentes donde se genera la investigación a través de herramientas matemáticas y estadísticas.

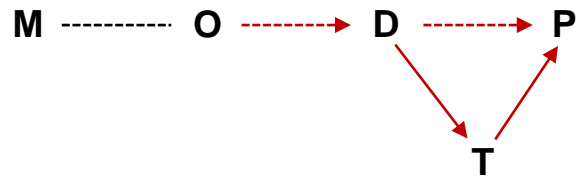
3.1.3. Alcance de investigación

El alcance de la investigación fue descriptivo pues mediante la observación se recopilaron datos para ser cuantificados, analizados y posteriormente interpretados. Según Hernández y otros (2014) sostienen que la investigación descriptiva tiene como objetivo conocer aspectos de un fenómeno o una cuestión en un contexto específicos para ser interpretados a través de metodologías científicas sin manipulación de las variables.

3.1.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue propositivo ya que se diagnosticó y evaluó un fenómeno o hecho al cual se propuso una alternativa de solución. Según Estela (2020), en este tipo de diseño se recopila datos que ayudan al diagnóstico y la evaluación del hecho o fenómeno, para luego proponer una solución en base a la descripción del hecho o fenómeno y en base a ello proponer una alternativa de solución ajustable al contexto.

El diseño propositivo se representa de la siguiente manera:



De dónde:

M: Mina Santa Lucía S.A.C.

O: Observación de los métodos de transporte y los costos de transporte.

D: Diagnóstico y evaluación de los métodos de transporte y los costos de transporte.

T: Fundamento teórico de los métodos de transporte y los costos de transporte.

P: Propuesta de solución para la reducción de los costos de transporte.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Independiente

Método de transporte: Un método de transporte es una operación unitaria en la cual se carga y acarrea material de un punto a otro, existen dos medios por el cual se realizan los acarreos, el primero es el discontinuo, este se realiza a través de unidades que están sobre neumáticos como los Scooptrams, los volquetes mineros, y los que se encuentran sobre carriles o rieles como las locomotoras diésel o Trolley, vagones mineros, entre otros. Y el otro es el continuo el cual se realiza a través de ductos mineros, tuberías, fajas o cintas transportadoras (Yarmuch, et al, 2020).

En ese sentido el método de transporte se midió en función a la dimensión de tiempos de transporte y sus indicadores los cuales son los tiempos de ciclo y la cantidad de viajes de la unidad de transporte por hora. La siguiente dimensión es el dimensionamiento de carga y su indicador el volumen de material y, por último, la dimensión de cálculo o dimensionamiento de unidades de transporte y su indicador el cual es el número de unidades de transporte requeridas. Y su escala de medición es de razón (Ver anexo 3).

3.2.2. Variable Dependiente

Costos de Transporte: Los costos de transporte son aquellos costos designados para realizar las operaciones de carguío y acarreo de materiales, de tal forma que se transporte de un punto a otro, en ese sentido se basa en el rendimiento de la unidad de transporte, el consumo de combustible y los costos de mantenimiento (Ozdemir y Kumral, 2018).

En ese sentido los costos de transporte fueron medidos en función a la dimensión de rendimiento de las unidades de transporte y sus indicadores que son el rendimiento por hora y las horas totales de trabajo de las unidades de transporte, la siguiente dimensión es el costo de combustible, del cual sus indicadores son el consumo y costo de combustible , por último, se considera a la dimensión costo de mantenimiento el cual incluye a los costos de mantenimiento programados (preventivos) y lo no programados (correctivos). Y su escala de medición es de razón (ver anexo 3).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

En la presente investigación la población estuvo conformada por las unidades de transporte que acarrear los minerales desde el tajo a la planta concentradora, la cual será de 10 dumpers de distintas características. Pues, según Hernández y otros (2014) la población se conforma de un conjunto de elementos los cuales están sujetos a la investigación. En ese sentido la población estuvo conformada por las siguientes unidades:

Tabla 1. *Unidades de transporte de minerales – Mina Santa Lucía*

Unidad de Transporte (UT)	Capacidad	
	Volumen (m3)	Carga máx. (t)
UT – 1	10	11
UT – 2	10	11
UT – 3	10	11
UT – 4	10	12
UT – 5	10	12
UT – 6	8	10
UT – 7	8	10
UT – 8	8	10
UT – 9	8	10
UT – 10	8	10

Fuente: Elaboración propia

- **Criterios de Inclusión**

Solo se incluyeron a las unidades que transportan los minerales y que recorren los tramos que corresponden desde el tajo hasta la planta de concentradora, independientemente del tipo, capacidad o modelo de la unidad de transporte.

- **Criterios de Exclusión**

Se excluyeron a todas las unidades encargadas de cargar el mineral a las unidades de transporte, también a las unidades de transporte que se encontraron en mantenimiento o inoperativos, al igual que los vehículos de transporte de personal.

3.3.2. Muestra

Hernández y otros (2014) sostienen que la muestra es un subconjunto o una parte representativo de la población, en la cual las características de la población se ven reflejadas. En ese sentido, por criterio de los investigadores se determinó que la muestra de la investigación sea la misma que la población, la cual está agrupada en 10 unidades de transporte y que están especificadas en la población.

3.3.3. Muestreo

La técnica de muestreo fue la no probabilística intencional, ya que se usó el criterio de los investigadores para la selección de la muestra omitiendo las reglas de las matemáticas y la estadística.

3.3.4. Unidad de análisis

Hernández y otros (2014) sostienen que la unidad de análisis corresponde al objeto, sujeto o elementos en la cual se establecen las características a ser investigadas y/o medidas. En ese sentido se debe diferenciar a la unidad de análisis y a la unidad de observación, por lo que para el primero se consideró a todos los datos referidos a los costos de transporte de minerales y para el segundo se consideraron a las unidades de transporte de minerales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández y otros (2014) las técnicas e instrumentos son los distintos métodos o maneras en la cual, los investigadores obtienen y recopilan datos sobre las variables de estudio, de la misma manera en dónde se plasman estos datos para luego ser analizados e interpretados. Cabe mencionar que los instrumentos ya no necesitan validación de expertos pues fueron extraídos de los antecedentes y de las teorías relacionadas a las variables (ver anexo 5). Es por ello que las técnicas y los instrumentos se plasmaron en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

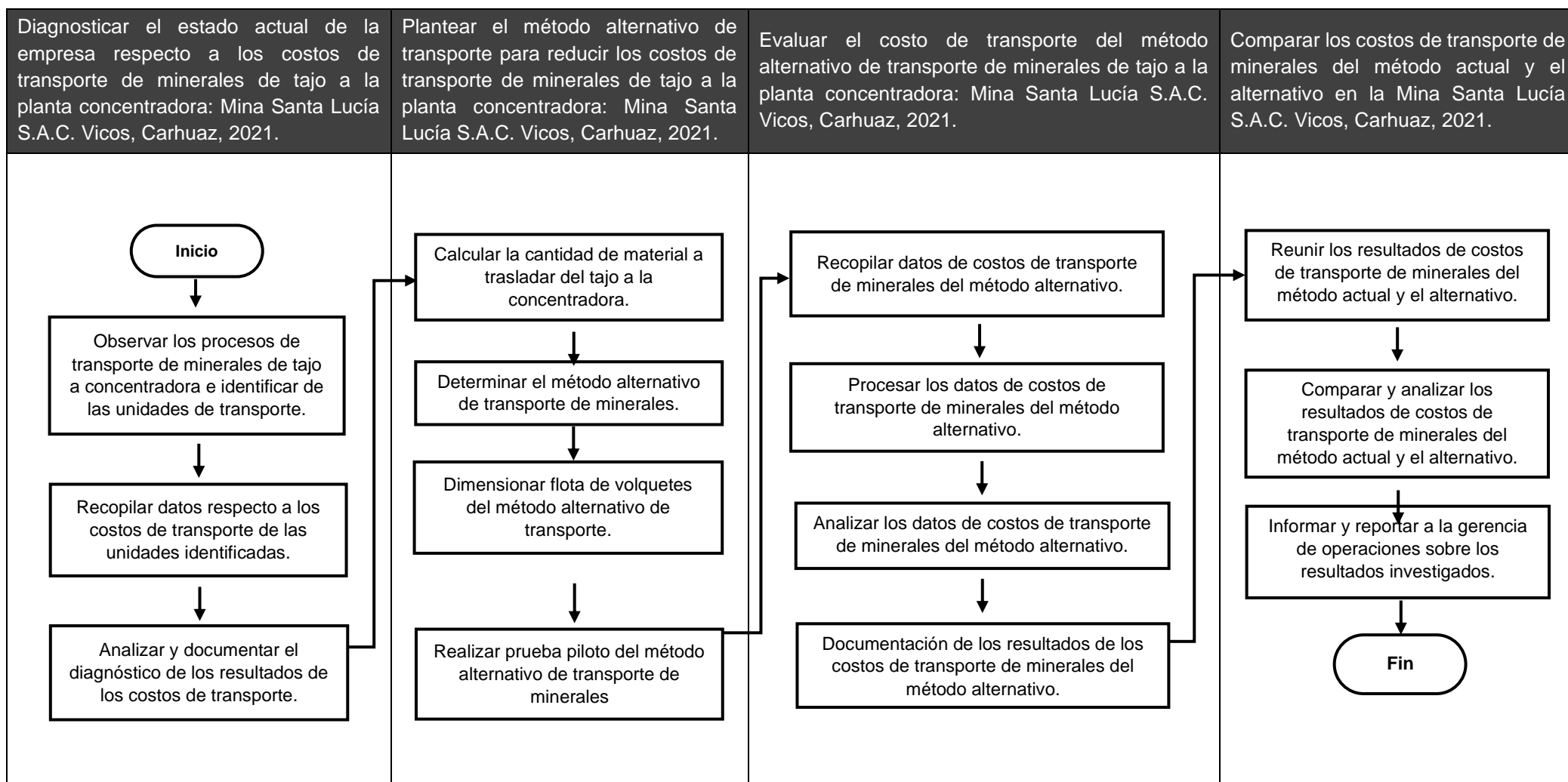
Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
Variable Independiente: Método de transporte	Observación no experimental y revisión documental	Ficha de tiempos de transporte	Área de operaciones mineras
		Ficha de dimensionamiento de carga	
		Ficha de dimensionamiento de camiones	
Variable Dependiente: Costos de transportes	Observación no experimental y revisión documental	Ficha de rendimiento de camiones	Área de operaciones mineras
		Ficha de costos de operativos	Área de finanzas y contabilidad; y operaciones mineras
		Ficha de costo de mantenimiento	

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

Según Hernández y otros (2014) los procedimientos son las pautas que se deben de seguir para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados en la investigación, en ella se incluyeron desde la primera observación, el levantamiento de datos, los procesos de análisis de datos y la proposición de alternativas de solución. Es por ello que los procedimientos de esta investigación fueron los siguientes:

Tabla 3. Procedimientos del método alternativo para reducir costos de transporte de minerales.



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Según Hernández y otros (2014) los métodos de análisis son las técnicas por las cuales se tratarán los datos recolectados en la investigación, en ese sentido, el método de análisis de datos se realizó en base a la estadística descriptiva y con la ayuda de instrumentos (ver anexos 5) con las cuales se analizaron los datos a través del software Microsoft Excel y de esa forma convertir los datos en información.

Tabla 4. Método de análisis de datos

Objetivos	Técnica	Instrumento	Resultado
Diagnosticar el estado actual de la empresa respecto a los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.	Análisis e interpretación documental	Hoja de observación	Se obtuvo información respecto al estado actual de los costos de transporte de mineral y de los factores que están sujetos al método actual de transporte.
		Ficha de registro de unidades de transporte	
		Fichas de registros de costos operativos de transporte	
		Ficha de costos de mantenimiento	
Plantear el método alternativo de transporte para reducir los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.	Análisis e interpretación documental y programación de actividades	Plan de extracción y explotación de minerales	Se logró formular un método alternativo de transporte de minerales en función de los costos de transporte y a la vez las características del método alternativo.
		Flujograma de procesos de transporte de minerales	
		Ficha técnica de dimensionamiento de flota	
Evaluar el costo de transporte del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.	Análisis e interpretación documental	Ficha de registro de unidades de transporte	Se obtuvo información del método alternativo de transporte de minerales en función de los costos de transporte.
		Fichas de registros de costos operativos de transporte	
		Ficha de costos de mantenimiento	
Comparar los costos de transporte de minerales del método actual y el alternativo en la Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.	Análisis e interpretación documental	Ficha comparativa de resultados (general)	Se obtuvieron los resultados comparativos del método alternativo respecto al método actual en función de los costos de transporte.
		Ficha comparativa de resultados (resumen)	

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

Respecto a los aspectos éticos, se tomaron como referencia y base legal el Código de Ética de la Universidad César Vallejo aprobada por Resolución de Consejo Universitario N° 0126 – 2017/UCV en la cual se aprobaron los lineamientos éticos para las investigaciones, la cual tiene como objetivo orientar y salvaguardar el bienestar de los investigadores y participantes para mejorar los estándares de competencia profesional y de investigación.

Para la investigación se consideró, del Código de Ética, al artículo 6° en la cual se refiere a la Honestidad y se indica que se debe de manejar con la mayor veracidad los datos obtenidos, tratados y resultados de la investigación, con el motivo de que cuando otros investigadores repliquen o corroboren los hechos investigados no se encuentren con incoherencias.

De igual forma en el artículo 7° indican que se debe llevar a cabo la investigación con rigor científico por lo que se seguirá de manera disciplinada la metodología establecida por el método científico, manejando un criterio objetivo durante la recolección, el procesamiento y la presentación de los resultados.

Respecto al artículo 14°, se indica que al término de la investigación se debe publicar la investigación para lo cual el autor y coautores deben de dar su consentimiento por escrito para la publicación de los resultados, al igual que el nombre de la organización o institución donde se realizó la investigación.

De igual manera se toma en consideración al artículo 15°, en la cual se indica que el plagio es un delito de apropiación de los derechos de propiedad intelectual de otros autores o investigadores, por lo que se debe fomentar la originalidad y en ese sentido se pretende mantener un mínimo de 25% de plagio en el reporte del Turnitin, al igual que hacer uso de las Normas ISO 690 para las citas y referencias.

Finalmente, de no cumplirse con los artículos mencionados del Código de Ética los investigadores se someterán a las sanciones dispuestas por los entes correspondientes de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Resultados del primer objetivo específico

Diagnosticar el estado actual de la empresa respecto a los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.

Sobre la empresa

La minera Santa Lucía es una organización enfocada en el rubro de la explotación minera, transporte de minerales y el procesamiento de mineral para obtener el concentrado. Actualmente se está explotando los tajos correspondientes a la mina Garrosa, la cual está conformada por diversas vetas.

La ubicación exacta de la mina es dentro de la Cordillera Blanca en el Parque Nacional Huascarán en el paraje de la quebrada Honda en el Centro Poblado de Vicos que pertenece al Distrito de Marcará en la Provincia de Carhuaz y Departamento de Áncash.

Ubicación en coordenadas UTM:

En este tipo de coordenadas la mina se encuentra en la Zona 18

- El primer vértice se encuentra a 8'367,231.304 Norte y 243,415.718 Este.
- El segundo vértice se encuentra a 8'367,093.106 Norte y 243'271.145 Este.
- El tercer vértice se encuentra a 8'367,375.679 Norte y 243'132.957 Este.
- El cuarto vértice se encuentra a 8'367,093.106 Norte y 243'277.520 Este.

Ubicación en coordenadas geográficas:

Las coordenadas geográficas de ubicación son: Latitud Sur a 9° 19' 30", la Longitud Este 77° 22' 41' y se encuentra a una Altitud entre los 4500 a 4900 m.s.n.m.

Vías de acceso

Desde Lima hasta Huaraz por la carretera Panamericana Norte y la vía Conococha en un tramo de 405 kilómetros que se realiza en aproximadamente 6 horas. De Huaraz hasta Marcará por la carretera asfaltada del Callejón de Huaylas con un tramo de 27 kilómetros que se realiza entre 30 a 40 minutos y desde Marcará hasta la Mina Garrosa por una carretera afirmada con una distancia de 26 kilómetros que se realiza entre 2 a 2 horas y media.

Recorrido de las unidades de transporte

En las siguientes figuras se muestran los recorridos que realizan las unidades de transporte de minerales. También se puede observar lo accidentado del recorrido y las diversas curvas que deben de tomar los vehículos para llegar hasta la planta concentradora. El recorrido total que realizan las unidades de transporte es de aproximadamente 4,86 km de ida y lo mismo de vuelta, por lo que cada ciclo de recorrido tiene 9.72 km de recorrido total.



Figura 1. Vista de noreste a suroeste del recorrido de los vehículos.

- **Cálculo del número de viajes por hora de la unidades de transporte**

Luego de reunir datos sobre los costos de transporte, se determinaron los siguientes cálculos que a continuación se detallan. Se tomó como primer punto los tiempos de trabajo para determinar el tiempo de ciclo del proceso de acarreo de material y de esa forma determinar el número de viajes que se realizan las unidades de transporte por hora:

Tabla 6. *Cálculo de viajes por día de cada UT*

CÁLCULO DE NÚMERO DE VIAJES HORA						
Unidad de transporte	Tiempo de carga (TC)	Tiempo de ida (Trc)	Tiempo de descarga (TD)	Tiempo de vuelta (Trv)	Tiempo de ciclo (Tct)(m)	Nro de viajes/h
UT-1	21.00	26.00	14.00	34.00	95.00	0.63
UT-2	15.00	34.00	12.00	24.00	85.00	0.71
UT-3	21.00	22.00	9.00	20.00	72.00	0.83
UT-4	19.00	26.00	8.00	23.00	76.00	0.79
UT-5	14.00	26.00	14.00	22.00	76.00	0.79
UT-6	15.00	32.00	15.00	29.00	91.00	0.66
UT-7	18.00	26.00	14.00	29.00	87.00	0.69
UT-8	17.00	23.00	9.00	32.00	81.00	0.74
UT-9	19.00	32.00	12.00	24.00	87.00	0.69
UT-10	20.00	31.00	14.00	32.00	97.00	0.62
Media	17.90	27.80	12.10	26.90	84.70	0.71
						60.00

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 6 se observa el tiempo que toma a cada unidad de transporte acarrear el mineral desde el tajo hasta la planta concentradora, donde se verifica que en promedio el tiempo de carga de las 10 unidades de transporte es de 17.90 minutos, el tiempo promedio de ida es de 27.80 minutos, el tiempo de descarga en promedio es de 12.10 minutos, el tiempo promedio de vuelta es de 26.90 minutos y que tiempo de ciclo del proceso de acarreo toma un promedio de 84.70 minutos. Por lo que la cantidad de viajes que realiza una unidad de transporte de acarreo es en promedio de 0.71 viajes por hora.

Cabe mencionar que para poder determinar el beneficio que otorga cada unidad de transporte los cálculos de costos deben de realizar de manera anual, de esa forma se obtiene una perspectiva global para poder analizar si realmente el método actual de transporte es deficiente en términos económicos.

- **Cálculo del rendimiento anual del método actual**

A continuación, se muestra el cálculo de rendimiento el cual ayudó a evaluar la cantidad de mineral que se transporta por cada unidad de transporte de manera anual. Es importante recalcar que los trabajos se realizan en jornadas de ocho horas diarias durante 24 días al mes.

Tabla 7. Cálculo de rendimiento

CÁLCULO DE RENDIMIENTO ANUAL							
Unidad de transporte	Tiempo de ciclo (Tct)(h)	Capacidad de dumpers (m3)	Capacidad de acarreo real (m3)	Rend. por hora (m3/h)	Rend. diario (m3/día)	Rend. Mensual (m3/mes)	Rend. Anual (m3/año)
UT-1	1.58	10.00	9.00	5.68	45.47	1091.37	13096.42
UT-2	1.42	10.00	11.00	7.76	62.12	1490.82	17889.88
UT-3	1.20	10.00	10.00	8.33	66.67	1600.00	19200.00
UT-4	1.27	10.00	8.00	6.32	50.53	1212.63	14551.58
UT-5	1.27	10.00	8.00	6.32	50.53	1212.63	14551.58
UT-6	1.52	8.00	9.00	5.93	47.47	1139.34	13672.09
UT-7	1.45	8.00	8.00	5.52	44.14	1059.31	12711.72
UT-8	1.35	8.00	9.00	6.67	53.33	1280.00	15360.00
UT-9	1.45	8.00	8.00	5.52	44.14	1059.31	12711.72
UT-10	1.62	8.00	7.00	4.33	34.64	831.34	9976.08
Media	1.41	9.00	8.70	6.24	49.90	1197.68	14372.11
						TOTAL	143721.08

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 7 se observa el cálculo de rendimiento de cada uno de las unidades transporte, cabe indicar que en la tabla 6 se calculó el tiempo de ciclo en minutos, pero para fines de cálculo de rendimiento se transformó en horas y se verificó que el tiempo de ciclo promedio en horas es de 1.41. Se observa también que el capacidad promedio de las unidades de transporte es de 9

metros cúbicos, de igual forma se muestra que la capacidad real de carga en promedio es de 8.7 metros cúbicos, por lo que el rendimiento promedio es de 6.24 metros cúbicos por hora, es decir que lo que cada unidad transporta en promedio en una hora, de igual forma se calculó el rendimiento promedio anual y el rendimiento global, o sea la sumatoria, donde el primero fue de 14,372.11 metros cúbicos por hora, quiere decir que cada unidad de transporte mueve esa cantidad de material anualmente; el siguiente cálculo muestra que de manera global las unidades de transporte con el método actual mueven 143,721.08 metros cúbicos por año.

- **Cálculo de consumo de combustible del método actual**

Luego se procedió a calcular la cantidad de combustible que consumen las unidades de transporte y también el costo que este conlleva, este cálculo se realizó en base a los kilómetros recorridos y al ratio de consumo de combustible.

Tabla 8. Costo de combustible

CÁLCULO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE									
Unidad de transporte	Recorrido total (km)	Ratio de consumo (Lt x Km)	Comb. consumido (Lt)	Comb. por viaje (Lt/ciclo)	Consumo diario (Lt/día)	Consumo anual (Lt)	Consumo anual (Gal)	Costo por Galón (s/)	Costo anual de comb. (s/)
UT-1	9.1	0.55	5.01	3.16	25.29	7283.07	1893.60	19.5	36925.14
UT-2	9.3	0.55	5.12	3.61	28.88	8318.80	2162.89	19.5	42176.29
UT-3	8.8	0.55	4.84	4.03	32.27	9292.80	2416.13	19.5	47114.50
UT-4	8.9	0.55	4.90	3.86	30.92	8903.75	2314.97	19.5	45142.00
UT-5	9.0	0.55	4.95	3.91	31.26	9003.79	2340.99	19.5	45649.21
UT-6	9.1	0.60	5.46	3.60	28.80	8294.40	2156.54	19.5	42052.61
UT-7	9.2	0.60	5.52	3.81	30.46	8771.09	2280.48	19.5	44469.42
UT-8	8.9	0.60	5.34	3.96	31.64	9113.60	2369.54	19.5	46205.95
UT-9	8.9	0.60	5.34	3.68	29.46	8485.08	2206.12	19.5	43019.33
UT-10	8.8	0.60	5.28	3.27	26.13	7524.82	1956.45	19.5	38150.82
Media	9.00	0.58	5.17	3.69	29.51	8499.12	2209.77	19.50	43090.53
								TOTAL	430905.28

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 8 se puede observar el cálculo de los costos de consumo de combustible de las unidades de transporte, como primer punto se ha calculado el recorrido promedio de las unidades de transporte desde el tajo hasta la planta concentradora es de 9.00 kilómetros, de igual forma se calculó que el ratio promedio de consumo de combustible de las unidades es de 0.58 litros de combustible por kilómetro recorrido.

Legó de ello se ha calculado que el consumo de combustible promedio por recorrido es de 5.17 litros y que el promedio que equivale según los viajes por hora es 3.69 litros, eso significa que cada unidad consume un promedio de 29.51 litros de combustible al día, es decir 8,499.12 litros por año y por unidad de transporte. Por último, se transforman los litros a galones para determinar el costo, pues cada galón equivale a 19.50 soles, y el consumo anual por unidad de transporte es en promedio 2,209.77 galones, lo que es equivalente a 43,090.53 soles en promedio por unidad, es decir que de manera global el costo de consumo de combustible entre todas las unidades es 430,905.28 soles por año.

- **Cálculo de costo por operador**

Tabla 9. Costo de operador

COSTO DE OPERADOR					
Unidad de transporte	Costo por hora de operador (S/)	Horas totales de trabajo por día (h)	Costo diario de operador (S/)	Costo mensual de operador (S/)	Costo anual de operador (S/)
UT-1	30.00	8.00	240.00	5,760.00	69,120.00
UT-2	30.00	8.00	240.00	5,760.00	69,120.00
UT-3	30.00	8.00	240.00	5,760.00	69,120.00
UT-4	30.00	8.00	240.00	5,760.00	69,120.00
UT-5	30.00	8.00	240.00	5,760.00	69,120.00
UT-6	35.00	8.00	280.00	6,720.00	80,640.00
UT-7	35.00	8.00	280.00	6,720.00	80,640.00
UT-8	35.00	8.00	280.00	6,720.00	80,640.00
UT-9	35.00	8.00	280.00	6,720.00	80,640.00
UT-10	35.00	8.00	280.00	6,720.00	80,640.00
				TOTAL	748,800.00

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

Se observa en la tabla 9 que el costo de operador varía en función a los dos tipos de dumpers que se usan actualmente para el transporte, en el caso de los dumpers de 10 metros cúbicos de capacidad el costo por hora de operador es de 30 soles y en el caso de 8 metros cúbicos es de 35 soles, realizando las multiplicaciones se obtiene que el total de costos por operador al año es de 748,800 soles.

- **Cálculo de costos de mantenimiento**

Los costos de mantenimiento se calcularon en base a los insumos y repuestos que se usan para realizar los mantenimientos preventivos de las unidades de transporte, considerando la frecuencia con la que reemplazan los repuesto según el manual del fabricante de cada unidad de transporte, tal como se detalla a continuación.

Tabla 10. Cálculo de costo de repuestos e insumos

Costo de Repuesto e Insumos por Unidad de Transporte						
Insumo y/o Repuestos	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (S/)	Costo total (S/)	Frec. anual	Costo total anual (S/.)
Aceite de motor VDS3	20.00	lt	45.00	900.00	12	10800.00
Filtro de aceite motor	1.00	und	120.00	120.00	12	1440.00
Filtro de aceite de motor. By – pass	1.00	und	110.00	110.00	12	1320.00
Filtro combustible	1.00	und	155.00	155.00	6	930.00
Filtro separador de agua	1.00	und	110.00	110.00	3	330.00
Lubricación de chasis	1.00	und	180.00	180.00	6	1080.00
Filtro de aire	1.00	und	175.00	175.00	3	525.00
Aceite de caja de cambios	10.50	lt	52.00	546.00	2	1092.00
Filtro de aceite para caja de cambios	1.00	und	90.00	90.00	2	180.00
Aceite de eje trasero	32.60	lt	32.00	1043.20	2	2086.40
Filtro secador de aire	1.00	und	205.00	205.00	3	615.00
Filtro de fluido de dirección	1.00	und	180.00	180.00	3	540.00
Filtro de aire para el climatizador	1.00	und	203.00	203.00	2	406.00
Aceite de dirección hidráulica	6.00	lt	28.00	168.00	3	504.00
Refrigerante	18.00	lt	52.00	936.00	2	1872.00
	Total de insumos y repuestos por UT			5121.20	Costo anual	23720.40

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 10 se observa que el costo de insumos y/o repuestos correspondientes al mantenimiento de cada unidad de transporte, es decir, por cada unidad de transporte se gasta 23,720 soles en mantenimiento anual, este cálculo se ha realizado en función a la frecuencia de cambio de cada repuesto durante un año. Se debe tener en cuenta que los fabricantes de las unidades de transporte sugieren se cumplan sus planes de mantenimiento, por lo cual la frecuencia de cambio de algunos repuesto no es igual pues algunos sufren daños más rápidos que otros, además que depende las condiciones en las que se conduzcan las unidades de transporte.

Por otro lado, también se toma en cuenta el costo de mano de obra de mantenimiento, el cual es el siguiente:

Tabla 11. *Cálculo de costo de mano de obra de mantenimiento*

Costo de Mano de obra de Mantenimiento Preventivo						
	Nro. de técnicos	Costo Unitario (S/)	Horas de trabajo (h)	Costo de MO por UT(S/)	Frec.	Costo total de MO (S/)
MO por UT	2.00	100.00	3.00	600.00	12	6000.00

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 11 se observa que el costo total de mano de obra por el servicio de mantenimiento cuesta S/ 600.00 por cada unidad de transporte, dentro de ello se especifica que se requieren de dos técnicos, los cuales cobran S/ 100.00 cada uno y los trabajos se realizan en un total de 3 horas.

En resumen, el costo total de mantenimiento de las unidades de transporte se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 12. *Costos total de mantenimiento preventivo*

Costos totales de Mantenimiento Preventivo	
Descripción	Costos totales
Total de insumos y repuestos por UT	S/ 23,720.40
Total de mano de obra por UT	S/ 600.00
Costo total de Mantenimiento Preventivo al año	S/ 24,320.40

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 12 se observa que, para el método actual, los costos de insumos y repuestos para el mantenimiento preventivo de cada unidad de transporte es de S/ 23,720.40 y los costos por mano de obra para el mantenimiento preventivo son S/ 600.00; por lo que el costo total de mantenimiento preventivo por unidad de transporte es de S/ 24,320.40.

- **Resumen del objetivo específico 1**

Para concluir el objetivo específico 1, a continuación, se muestra un resumen de los costos de transportes del método actual en la siguiente tabla:

Tabla 13. *Resumen de costos de transporte – Método actual*

Resumen de costos Método Actual					
Unidad de transporte	Costo anual de comb.	Costo anual de operador	Costo anual de mantenimiento	Costo anual de transporte	Rendimiento (m ³ /año)
UT-1	S/ 36,925.14	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	S/ 130,365.54	13,096.42
UT-2	S/ 42,176.29	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	S/ 135,616.69	17,889.88
UT-3	S/ 47,114.50	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	S/ 140,554.90	19,200.00
UT-4	S/ 45,142.00	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	S/ 138,582.40	14,551.58
UT-5	S/ 45,649.21	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	S/ 139,089.61	14,551.58
UT-6	S/ 42,052.61	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	S/ 147,013.01	13,672.09
UT-7	S/ 44,469.42	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	S/ 149,429.82	12,711.72
UT-8	S/ 46,205.95	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	S/ 151,166.35	15,360.00
UT-9	S/ 43,019.33	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	S/ 147,979.73	12,711.72
UT-10	S/ 38,150.82	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	S/ 143,111.22	9,976.08
TOTAL	S/ 430,905.28	S/ 748,800.00	S/ 243,204.00	S/ 1,422,909.28	143,721.08

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 13 se puede observar el resumen de los costos directos de transporte de mineral, donde se puede verificar que el costo total al año de combustible es de 430,905.28 soles, el costo total anual de operador es de 748,800.00, el costo anual de mantenimiento es de 243,204.00 soles, por lo que tuvo un total de 1'422,909.28 soles en costos de transporte al año con el método actual y teniendo un rendimiento de 143,721.08 metros cúbicos de material transportado al año.

Resultados del segundo objetivo específico

Plantear el método alternativo de transporte para reducir los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.

El método alternativo que se planteó fue el reemplazar los dumpers por camiones volquetes Volvo FMX de 15 m³ de capacidad las cuales cuentan con sistemas mecánicos más modernos y mejoran los aspectos que a continuación se indican.

- Facilitan el manejo para los conductores por ser más espaciosos en las cabinas y tener mayores controles para poder conducir en condiciones severas.
- Tienen sistemas que mejoran la eficiencia del motor, debido a que los sistemas mecánicos y electrónicos son más de última tecnología.
- Son más eficiente en el consumo de combustible debido a la tecnología Euro III, que no solo mejora el consumo de combustible, sino que reduce las emisiones de gases contaminantes.
- Tiene mayor capacidad de carga por lo que se convierte en un vehículo más productivo y eficiente debido al menor consumo de recursos para transportar más mineral.

Debido a que la investigación es propositiva la idea de solucionar los altos costos de transporte es reemplazando los dumpers convencionales por volquetes de mejor capacidad y mayor eficiencia, tanto en potencia como en capacidad y maniobrabilidad.

Es por ello que se usaron cinco camiones para poder usarlos de forma representativa y obtener datos para luego estimar el rendimiento y los costos para realizar la comparativa con el método actual.

Resultados del tercer objetivo específico

Evaluar el costo de transporte del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.

- **Cálculo del número de viajes por hora de la unidades de transporte**

Luego de realizar las pruebas con los camiones Volvo FMX 6x4 de 15 metros cúbicos de capacidad, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 14. *Cálculo de viajes por hora de cada UT*

CÁLCULO DE NÚMERO DE VIAJES POR DÍA						
Unidad de transporte	Tiempo de carga (TC)	Tiempo de ida (Trc)	Tiempo de descarga (TD)	Tiempo de vuelta (Trv)	Tiempo de ciclo (Tct)	Nro de viajes/día
UT-1	10.00	15.00	9.00	18.00	52.00	1.15
UT-2	15.00	20.00	11.00	16.00	62.00	0.97
UT-3	21.00	23.00	12.00	22.00	78.00	0.77
UT-4	19.00	23.00	9.00	19.00	70.00	0.86
UT-5	14.00	19.00	10.00	22.00	65.00	0.92
Media	15.80	20.00	10.20	19.40	65.40	0.93

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 14 se observa el tiempo que toma a cada unidad de transporte acarrear el mineral desde el tajo hasta la planta concentradora, donde se verifica que en promedio el tiempo de carga de las 5 unidades de transporte es de 15.80 minutos, el tiempo promedio de ida es de 20.00 minutos, el tiempo de descarga en promedio es de 10.20 minutos, el tiempo promedio de vuelta es de 19.40 minutos y que el tiempo de ciclo del proceso de acarreo toma un promedio de 65.40 minutos. Por lo que la cantidad de viajes que realiza una unidad de transporte de acarreo es en promedio de 0.93 viajes por hora.

- **Cálculo de rendimiento anual del método alternativo**

A continuación, se muestra el cálculo de rendimiento el cual ayudó a evaluar la cantidad de mineral que se transporta por cada unidad de transporte de manera anual. Es importante recalcar que los trabajos se realizan en jornadas de ocho horas diarias durante 24 días al mes.

Tabla 15. Cálculo de rendimiento

CÁLCULO DE RENDIMIENTO							
Unidad de transporte	Tiempo de ciclo (Tct)(h)	Capacidad de Volquete (m3)	Capacidad de acarreo real (m3)	Rend. Por hora (m3/h)	Rend. Por día (m3/día)	Rend. Mensual (m3/mes)	Rend. Anual (m3/año)
UT-1	0.87	15.00	13.00	15.00	120.00	2880.00	34560.00
UT-2	1.03	15.00	15.00	14.52	116.13	2787.10	33445.16
UT-3	1.30	15.00	15.00	11.54	92.31	2215.38	26584.62
UT-4	1.17	15.00	16.00	13.71	109.71	2633.14	31597.71
UT-5	1.08	15.00	13.00	12.00	96.00	2304.00	27648.00
Media	1.09	15.00	14.40	13.35	106.83	2563.92	30767.10
						TOTAL	153835.49

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 15 se observa el cálculo de rendimiento de cada uno de las unidades transporte, cabe indicar que en la tabla 14 se calculó el tiempo de ciclo en minutos, pero para fines de cálculo de rendimiento se transformó en horas y se verificó que el tiempo de ciclo promedio en horas es de 1.09. Se observa también que el capacidad promedio de las unidades de transporte es de 15 metros cúbicos, de igual forma se muestra que la capacidad real de carga en promedio es de 14.40 metros cúbicos, por lo que el rendimiento promedio es de 13.35 metros cúbicos por hora, es decir que lo que cada unidad transporta en promedio en una hora, de igual forma se calculó el rendimiento promedio anual y el rendimiento global, o sea la sumatoria, donde el primero fue de 30,767.10 metros cúbicos por unidad de transporte, quiere decir que cada unidad de transporte mueve esa cantidad de material anualmente; el siguiente cálculo muestra que de manera global las unidades de transporte con el método alternativo mueven 153,835.49 metros cúbicos por año.

- **Cálculo de consumo de combustible anual del método alternativo**

Luego se procedió a calcular la cantidad de combustible que consumen las unidades de transporte y también el costo que este conlleva, este cálculo se realizó en base a los kilómetros recorridos y al ratio de consumo de combustible.

Tabla 16. Costo de combustible

CÁLCULO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE								
Recorrido total (km)	Ratio de consumo (Lt x Km)	Combustible consumido (Lt)	Combustible por viaje (Lt/ciclo)	Combustible por jornada (Lt/día)	Consumo anual (Lt)	Consumo anual (Gal)	Costo por Galon (s/)	Costo anual de combustible (s/)
9.1	0.35	3.19	3.68	29.40	8467.20	2201.47	19.5	42928.70
9.3	0.35	3.26	3.15	25.20	7257.60	1886.98	19.5	36796.03
8.8	0.35	3.08	2.37	18.95	5458.71	1419.26	19.5	27675.65
8.9	0.35	3.12	2.67	21.36	6151.68	1599.44	19.5	31189.02
9.0	0.35	3.15	2.91	23.26	6699.32	1741.82	19.5	33965.57
9.02	0.35	3.16	2.95	23.64	6806.90	1769.79	19.50	34510.99
							TOTAL	172554.97

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 16 se puede observar el cálculo de los costos de consumo de combustible de las unidades de transporte, como primer punto se ha calculado el recorrido promedio de las unidades de transporte desde el tajo hasta la planta concentradora es de 9.02 kilómetros, de igual forma se calculó que el ratio promedio de consumo de combustible de las unidades es de 0.35 litros de combustible por cada kilómetro recorrido.

De ello se ha calculado que el consumo de combustible promedio por recorrido es de 3.16 litros y que el promedio que equivale según los viajes por hora es 2.95 litros, eso significa que cada unidad consume un promedio de 23.64 litros de combustible al día, es decir 6,806.90 litros por año y por unidad de transporte en promedio. Por último, se transforman los litros a galones para determinar el costo, pues cada galón equivale a 19.50 soles, y el consumo anual por unidad de transporte es en promedio 1,769.79 galones, lo que es equivalente a 34,510.99 soles en promedio por unidad, es decir que de manera global el costo de consumo de combustible entre todas las unidades es 175,554.97 soles por año.

Tabla 17. Costo de operador

COSTO DE OPERADOR				
Costo por hora de operador (S/)	Horas totales de trabajo por día (h)	Costo diario de operador (S/)	Costo mensual de operador (S/)	Costo anual de operador (S/)
38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00
38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00
38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00
38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00
38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00
			TOTAL	437760.00

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

Se observa en la tabla 17 el cálculo de costo de operador a nivel mensual y anual, el cual en total se obtiene un total de S/ 437,760.00 anualmente.

Tabla 18. Cálculo de costo de repuestos e insumos

Costo de Repuesto e insumos por Unidad de Transporte						
Insumo y/o Repuestos	Cant	Unid	Precio Unitario (S/)	Costo total (S/)	Frec. anual	Costo total anual (S/.)
Aceite de motor VDS3	37.00	Lt	45.00	1665.00	12.00	19980.00
Filtro aceite motor	2.00	und	150.00	300.00	12.00	3600.00
Filtro de aceite de motor By-pass	1.00	und	135.00	135.00	12.00	1620.00
Filtro combustible	1.00	und	185.00	185.00	6.00	1110.00
Filtro separador de agua	1.00	und	175.00	175.00	6.00	1050.00
Lubricación de chasis	1.00	und	220.00	220.00	6.00	1320.00
Filtro de aire	1.00	und	250.00	250.00	3.00	750.00
Aceite de caja de cambios	14.30	Lt	62.00	886.60	2.00	1773.20
Filtro de aceite para caja de cambios	1.00	und	110.00	110.00	2.00	220.00
Aceite de eje trasero	48.50	Lt	43.00	2085.50	2.00	4171.00
Filtro secador de aire	1.00	und	245.00	245.00	3.00	735.00
Filtro de dirección	1.00	und	195.00	195.00	3.00	585.00
Filtro de aire para el climatizador	1.00	und	256.00	256.00	2.00	512.00
Aceite de dirección hidráulica	6.00	Lt	38.00	228.00	3.00	684.00
Refrigerante	26.00	Lt	65.00	1690.00	2.00	3380.00
Costo total de insumos y repuestos por UT				8626.10	Costo anual	41490.20

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 18 se observa que el costo de insumos y/o repuestos correspondientes al mantenimiento de cada unidad de transporte, es decir, por cada unidad de transporte se gasta 41,490.20 soles en mantenimiento anual, este cálculo se ha realizado en función a la frecuencia de cambio de cada repuesto durante un año. Se debe tener en cuenta que los fabricantes de las unidades de transporte sugieren se cumplan sus planes de mantenimiento, por lo cual la frecuencia de cambio de algún repuesto no es igual pues algunos sufren desgaste más rápidos que otros, además que depende las condiciones en las que se conduzcan las unidades de transporte.

Por otro lado, también se toma en cuenta el costo de mano de obra de mantenimiento, el cual es el siguiente:

Tabla 19. *Cálculo de costo de mano de obra de mantenimiento*

Costo de Mano de obra de Mantenimiento Preventivo				
	Cantidad (Técnicos)	Costo Unitario (S/)	Horas de trabajo (h)	Costo total de H-H
Mano de obra por UT	2.00	100.00	3.00	600.00

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 19 se observa que el costo total de mano de obra por el servicio de mantenimiento cuesta S/ 600.00 por cada unidad de transporte, dentro de ello se especifica que se requieren de dos técnicos, los cuales cobran S/ 100.00 cada uno y los trabajos se realizan en un total de 3 horas.

En resumen, el costo total de mantenimiento de las unidades de transporte se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 20. *Costos de mantenimiento preventivo por unidad de transporte*

Costos totales de Mantenimiento Preventivo	
Descripción	Costos totales
Total de insumos y repuestos por UT	S/ 41,490.20
Mano de obra por UT	S/ 600.00
Costo total de Mantenimiento Preventivo al año	S/ 42,090.20

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 20 se observa que, para el método actual, los costos de insumos y repuestos para el mantenimiento preventivo de cada unidad de transporte es de S/ 41,490.20 y los costos por mano de obra para el mantenimiento preventivo son S/ 600.00; por lo que el costo total de mantenimiento preventivo por unidad de transporte es de S/ 42,090.20.

Resumen del objetivo específico 3:

Tabla 21. *Resumen de costos del Método Alternativo*

Resumen de costos Método Alternativo					
Unidad de transporte	Costo anual de combustible	Costo anual de operador	Costo anual de mantenimiento	Costo anual de transporte	Rendimiento (m3/año)
UT-1	S/ 42,928.70	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	S/ 172,570.90	34,560.00
UT-2	S/ 36,796.03	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	S/ 166,438.23	33,445.16
UT-3	S/ 27,675.65	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	S/ 157,317.85	26,584.62
UT-4	S/ 31,189.02	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	S/ 160,831.22	31,597.71
UT-5	S/ 33,965.57	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	S/ 163,607.77	27,648.00
TOTAL	S/ 172,554.97	S/ 437,760.00	S/ 210,451.00	S/ 820,765.97	153,835.49

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 21 se puede observar el resumen de los costos directos de transporte de mineral, donde se puede verificar que el costo total al año de combustible es de 172,554.97 soles, el costo total anual de operador es de 437,760.00, el costo anual de mantenimiento es de 210,451.00 soles, por lo que tuvo un total de 820,765.97 soles en costos de transporte al año con el método actual y teniendo un rendimiento de 153,835.49 metros cúbicos de material transportado al año.

Resultados del cuarto objetivo específico:

Comparar los costos de transporte de minerales del método actual y el alternativo en la Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021.

Con los resultados obtenidos durante el diagnóstico y la propuesta se realizaron las comparaciones para poder determinar cuál de los dos métodos es el más conveniente y previamente a ello se calculó el beneficio neto del

material por metro cúbico para determinar la utilidad tanto por unidad de transporte como de manera global y anual.

Tabla 22. Utilidad del método actual de transporte

Utilidad anual del Método Actual					
Unidad de transporte	Costo anual de transporte (S/)	Rendimiento (m3/año)	Costo por m3 de material	Beneficio anual	Utilidad anual
UT-1	S/ 130,365.54	13096.42	S/ 185.00	S/ 2,422,837.89	S/ 2,292,472.35
UT-2	S/ 135,616.69	17889.88	S/ 185.00	S/ 3,309,628.24	S/ 3,174,011.54
UT-3	S/ 140,554.90	19200.00	S/ 185.00	S/ 3,552,000.00	S/ 3,411,445.10
UT-4	S/ 138,582.40	14551.58	S/ 185.00	S/ 2,692,042.11	S/ 2,553,459.71
UT-5	S/ 139,089.61	14551.58	S/ 185.00	S/ 2,692,042.11	S/ 2,552,952.49
UT-6	S/ 147,013.01	13672.09	S/ 185.00	S/ 2,529,336.26	S/ 2,382,323.26
UT-7	S/ 149,429.82	12711.72	S/ 185.00	S/ 2,351,668.97	S/ 2,202,239.14
UT-8	S/ 151,166.35	15360.00	S/ 185.00	S/ 2,841,600.00	S/ 2,690,433.65
UT-9	S/ 147,979.73	12711.72	S/ 185.00	S/ 2,351,668.97	S/ 2,203,689.23
UT-10	S/ 143,111.22	9976.08	S/ 185.00	S/ 1,845,575.26	S/ 1,702,464.04
TOTAL	S/ 1,422,909.28	143721.08	S/ 1,850.00	S/ 26,588,399.79	S/ 25,165,490.51

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 22 se puede observar el costo anual por unidad de transporte del método actual, el rendimiento anual por metro cúbico y el beneficio que se obtiene por metro cúbico de material, al calcular el beneficio anual se obtiene un total de 26'588,399.79 soles en todas las unidades de transporte, restando el total de los costos de transporte que equivalen a un total de 1'422,909.28 soles se obtiene una utilidad anual de 25'165,490.51 de soles con el método actual de transporte.

También se evaluó la utilidad anual de cada unidad de transporte del método actual:

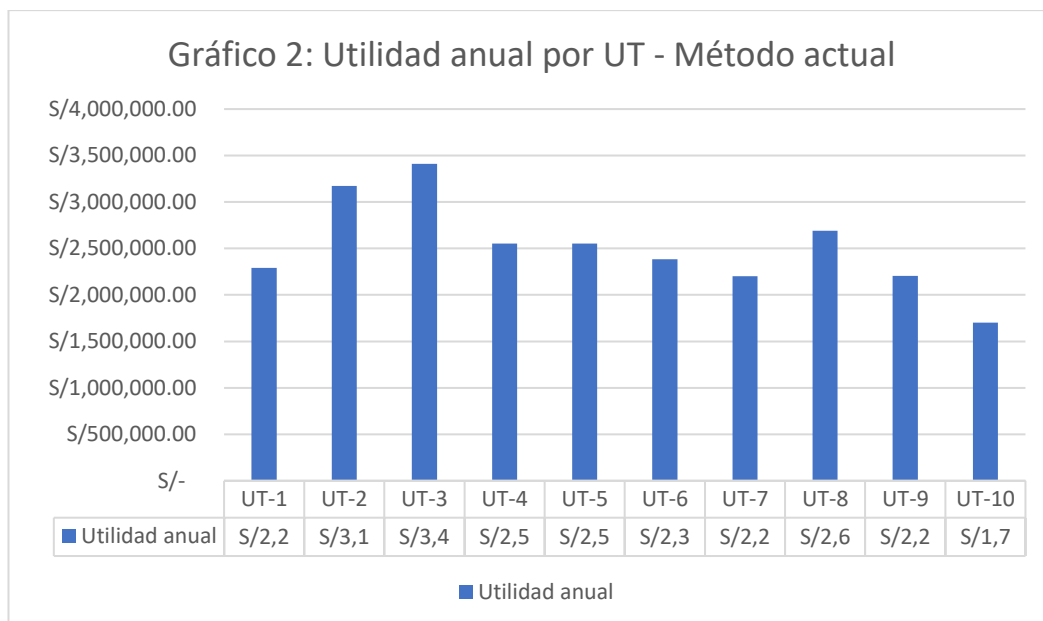


Figura 02: *Utilidad anual por UT – Método actual*

De la figura 2 se puede interpretar que la unidad de transporte UT-3 y UT-2 son las que más utilidad generan, llegando a 3.4 y 3.1 millones de soles anualmente, sin embargo son las dos únicas de todas las unidades de transporte que generan el mayor porcentaje de utilidad a diferencia de las demás unidades.

Tabla 23. *Utilidad del método alternativo de transporte*

Utilidad Anual - Método Alternativo					
Unidad de transporte	Costo anual de transporte (S/)	Rendimiento (m3/año)	Costo por m3 de material	Beneficio anual	Utilidad anual
UT-1	S/ 172,570.90	34560.00	S/ 185.00	S/ 6,393,600.00	S/ 6,221,029.10
UT-2	S/ 166,438.23	33445.16	S/ 185.00	S/ 6,187,354.84	S/ 6,020,916.61
UT-3	S/ 157,317.85	26584.62	S/ 185.00	S/ 4,918,153.85	S/ 4,760,836.00
UT-4	S/ 160,831.22	31597.71	S/ 185.00	S/ 5,845,577.14	S/ 5,684,745.93
UT-5	S/ 163,607.77	27648.00	S/ 185.00	S/ 5,114,880.00	S/ 4,951,272.23
TOTAL	S/ 820,765.97	153835.49	S/ 925.00	S/ 28,459,565.83	S/ 27,638,799.86

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 23 se puede observar el costo anual por unidad de transporte del método alternativo, el rendimiento anual por metro cúbico y el beneficio que se obtiene por metro cúbico de material, al calcular el beneficio anual se

obtiene un total de 28'459,565.83 soles en todas las unidades de transporte, restando el total de los costos de transporte que equivalen a un total de 820,765.97 soles se obtiene una utilidad anual de 27'638,799.86 de soles con el método actual de transporte.

También se evaluó la utilidad anual de cada unidad de transporte del método alternativo:

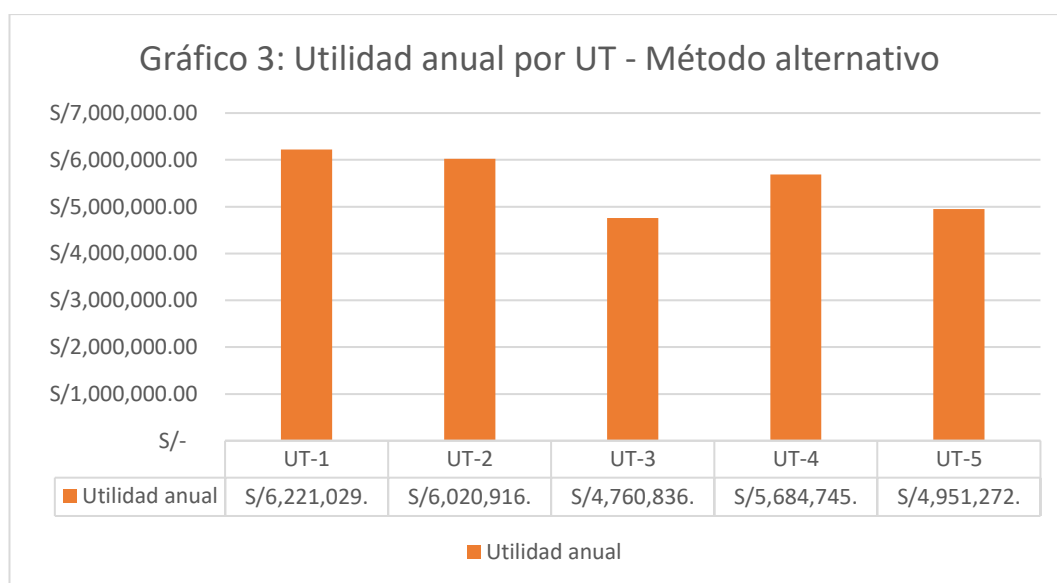


Figura 03: *Utilidad anual por UT – Método Alternativo*

De la figura 3 se puede interpretar que la unidad de transporte UT-1, UT-2 y la UT-3 son las que más utilidad generan, llegando a 6.2, 6.0 y 5.6 millones de soles anualmente, también se observa que las utilidades de las otras unidades no están tan alejadas por lo que ofrecen una utilidad promedio buena.

Tabla 24. Utilidad del método alternativo y el método actual

Costos anuales de transporte – Método actual vs Método alternativo								
	Costo de combustible (s/)	Costo de operador (S/)	Costo de mantenimiento (S/)	Costo de transporte (S/)	Rendimiento (m3/año)	Costo por m3 de material	Beneficio anual	Utilidad anual
Método actual	S/ 430,905.28	S/ 748,800.00	S/ 243,204.00	S/ 1,422,909.28	143721.08	S/ 185.00	S/ 26,588,399.79	S/ 25,165,490.51
Método alterno	S/ 172,554.97	S/ 437,760.00	S/ 210,451.00	S/ 820,765.97	153835.49	S/ 185.00	S/ 28,459,565.83	S/ 27,638,799.86

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

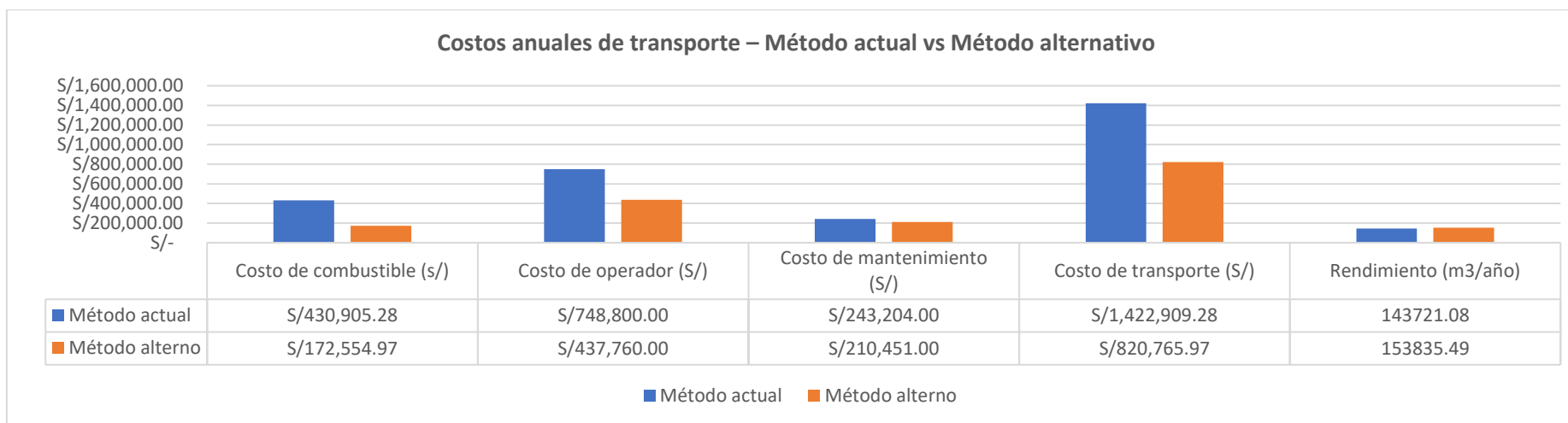


Figura 04: Costos anuales de transporte – Método actual vs Método alternativo

De la tabla 24 y de la figura 04 se observa el comparativo de costos del método actual con el alternativo, se verificó que con el método alternativo se logra reducir el costo de combustible hasta en S/ 258,350.31 al año, costo de operador se reduce hasta en S/ 311,040.00 anualmente, los costos de mantenimiento se reducen hasta S/ 32,753.00 al año, de manera general los costos de transporte mineral se reducen hasta en S/ 602,143.97 al año y el rendimiento se incrementa hasta 10,114.41 m3 por año.

Tabla 25. Reducción de costos del método alternativo y el método actual

Costos anuales de transporte – Método actual vs Método alternativo				
	C. Combustible	C. Operador	C. Mantto	C. Total de Transporte
Método actual	S/ 430,905.28	S/ 748,800.00	S/ 243,204.00	S/ 1,422,909.28
Método alterno	S/ 172,554.97	S/ 437,760.00	S/ 210,451.00	S/ 820,765.97
Diferencia	S/ 258,350.31	S/ 311,040.00	S/ 32,753.00	S/ 602,143.31
Reducción	59.96%	41.54%	13.47%	42.32%

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 25 se puede observar que, respecto al costo de consumo de combustible hubo una reducción del 59.96% equivalente a S/ 258,350.31; respecto al costo de operador de las unidades de transporte hubo una reducción del 41.54% equivalente a S/ 311,040.00; respecto al costo de mantenimiento e las unidades de transporte hubo una reducción del 13,47% equivalente a S/ 32,753.00; por lo que de manera general se redujo en 42.32% los costos de transporte, lo que equivale a S/ 602,143.31 de ahorros anuales.

Tabla 26. Incremento de utilidad del método alternativo y el método actual

Utilidad de transporte – Método actual vs Método alternativo				
	C. por m3 de material	Rendimiento (m3/año)	Beneficio anual	Utilidad anual
Método actual	S/ 185.00	143721.08	S/ 26,588,399.79	S/ 25,165,490.51
Método alterno	S/ 185.00	153835.49	S/ 28,459,565.83	S/ 27,638,799.86
Diferencia	S/ -	10114.41	S/ 1,871,166.04	S/ 2,473,309.35
Incremento	0.00%	7.04%	7.04%	9.83%

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 26 se puede observar que, el costo por metro cúbico de material es de S/ 185.00; respecto al rendimiento se verificó que incrementó hasta en 7.04% equivalente a 10,114.41 metros cúbicos más anualmente, de igual forma el beneficio anual incrementó en 7.04% lo que corresponde a S/ 1'871,166.04 anualmente, y por último, la utilidad anual se incrementó en 9.83% lo que equivale a S/ 2'473,309.35 al año.

V. Discusión

De los antecedentes

En la investigación antecedente de Bajany y otros (2019) se coincide respecto a la eficiencia del consumo de combustible, pues ellos plantearon tres escenarios en los cuales se calculó el consumo de combustible, determinaron que el consumo de combustible se relaciona con la capacidad de carga de las unidades de transporte, y lo mismo sucede y se concuerda en el caso de las unidades del método alternativo que se propone en esta investigación, pues si bien el ratio de consumo es menor, la capacidad de combustible también aumenta, por lo que de ese modo el método alternativo también ofrece eficiencia en el consumo de combustible y por consecuencia en el costo que este genera.

Por otro lado, la investigación antecedente de Lins, et al (2018) coincide de manera parcial con los resultados de la presente investigación; pues indicaron que obtuvieron un incremento en el rendimiento cuando realizaron el dimensionamiento de flota, es decir, cuando calcularon la cantidad de unidades de transporte que se requieren, de igual forma en la presente investigación se usó el cálculo de flota para determinar cuántas unidades se requieren en base a la cantidad de material que se va a transportar y el tiempo programado para dicho transporte según las horas de trabajo, con la ayuda de ese cálculo se pudo determinar el rendimiento el cual varía a favor de la investigación antecedente pues el recorrido de transporte es menor en dicho estudio.

De igual forma se coincide con los resultados de la investigación antecedente de Nakousi, et al (2018) ya que mencionan que uno de los principales costos de transporte es el de consumo de combustible, por lo cual se centran en reducir dicho costo, de igual forma, en la presente investigación se determinó que el costo de consumo de combustible es de los que abarca mayor porcentaje, y al cual se debe de tener mayor importancia pues no solo influye en los costos, sino también en el cuidado del vehículo, pues si se suministra con combustible de mala calidad se corre el riesgo de que este afecte a los

sistemas mecánicos involucrados con la alimentación de combustible en las unidades de transporte.

En la investigación antecedente de Vázquez y Vélez (2019), se tuvo cierto desacuerdo y poca concordancia respecto a la cantidad de carga, el número de unidades de transporte y las distancias recorridas, pues en dicha investigación se tiene un rendimiento óptimo, debido a que remueven buena cantidad de material con pocas unidades y en un corto recorrido, sin embargo en el caso de la presente investigación el rendimiento es bueno pero se ve afectado por el recorrido que realizan las unidades de transporte que es 3 veces mayor al de la investigación antecedente, además que se requiere de un vehículo más.

De igual en la investigación antecedente de Valdivieso (2018) no se asemeja a la presente investigación pues, menciona que para mover 25,277 toneladas de material diariamente se requieren de 18 camiones de 22.5 metros cúbicos de capacidad, este caso se realizó en la minera Cerro Verde, la cual es una minera con una capacidad de producción mucho mayor a diferencia de la minera Santa Lucía, sin embargo, se pudo verificar que el número de camiones es proporcional con la cantidad de material que se va mover tanto en la minera Cerro Verde como en la minera Santa Lucía, y cabe resaltar que los turnos de trabajo también son distintos pues en el caso de la Minera Cerro Verde trabajan con tres turnos diarios de ocho horas cada uno y en la Minera Santa Lucía solo se trabaja con un turno de ocho horas.

De la misma manera la investigación antecedente de Bazán (2016) se coincide con la presente investigación pues se calculó que requiere mover casi 17 millones de toneladas de material, y el cual lo realizará en dos años teniendo un incremento de 5 volquetes de 20m³ en el primer trimestre del 2016 y 12 volquetes de 20m³ al final del 2018, teniendo un costo de 48.34 dólares por hora, en el caso de la presente investigación se pudo demostrar que se pueden mover un aproximado de 15.3 millones m³ de material durante un año con un costo solo de transporte equivalente a 820,765 soles y usando 5 camiones de 15m³ de capacidad, es decir transportar cada metro cúbico de

material cuesta 5.34 soles manteniendo constante el número de camiones y la capacidad de carga promedio.

En la investigación antecedente de Salas (2019) no se coincidió debido a que realizó su investigación con 3 volquetes de 15 m³, en la cual demostró que puede reducir los costos de transporte hasta en 3.746 dólares por metro cúbico, pero en dicho costo también se considera el costo de carguío, sin embargo en la presente investigación el costo solo de transportar más no de cargar, es de 5.34 soles por metro cúbico, si se comparan ambos costos en la misma moneda se tiene que el costo por metro cúbico de la investigación antecedente es mayor debido a que se consideran los costos de carguío.

Por otro lado tampoco se coincidió con la investigación antecedente de Anaya (2019) pues menciona en su investigación que los costos de transporte son los principales, pues abarcan casi el 14.91% de todos los costos, sin embargo en la presente investigación no se puede determinar qué porcentaje es del total de los costos, pues solo se ha tomado como referencia los costos transporte mas no los costos de carguío, los costos administrativos entre otros.

Por último, se coincidió con la investigación antecedente de Calderón (2017) quien demostró que con la mejora de los planes de mantenimiento de las unidades de transporte se puede llegar a reducir los costos de transporte, en su caso lograron reducir hasta 44,064 dólares al años en costos de mantenimiento; en el caso de la presente investigación se demostró que se puede reducir un aproximado de 30,000 soles anuales en costos de mantenimiento, incluso disminuyendo la cantidad de unidades de transporte y aun así mantener el rendimiento global

VI. Conclusiones

Conclusión general

Se determinó que el método alternativo de transporte de minerales redujo los costos de transporte hasta en 42.32% al año, equivalente a S/ 602,143.31 respecto al método actual.

Conclusiones específicas

Se diagnosticó a la empresa respecto a los costos de transporte del método actual, donde los costos de combustible anual fueron de S/ 430,905.28, los costos de operador anual fueron de S/ 748,800.00, los costos de mantenimiento fueron de S/ 243,204.00 al año y el rendimiento fue de 143,721.08 metros cúbicos al año.

Se planteó el método alternativo en el cual se propuso reemplazar las 10 de Dumpers de 10 y 8 metros cúbicos de capacidad por 5 camiones volquete de 15 metros cúbicos de capacidad.

Se evaluó el costo del método alternativo de transporte donde el costo anual de combustible fue de S/ 172,554.97 siendo un 59.96% más económico, el costo anual de operador fue de S/ 437,760.00, lo que representa un 41.54% más bajo que el método actual, el costo anual de mantenimiento fue de S/ 210,451.00 lo que corresponde a una reducción del 13.47% anualmente.

Se compararon los datos de los costos de transporte del método actual y del método alternativo donde se redujo el costo total de transporte hasta en 42.32% equivalente a S/ 602,143.31 al año; el rendimiento se incrementa hasta en 10,114.41 metro cúbicos equivalente a un 7.04% por año; el beneficio anual se incrementó en 7.04% y la utilidad anual se incrementó hasta en 9.83%, equivalente a S/ 2'473,309.35 anualmente.

VII. Recomendaciones

Se recomienda a los gerentes de operaciones de la empresa minera Santa Lucia S.A.C. Implementen el plan presentado debido a que las evidencias en la investigación nos muestran que la implementación del plan será beneficiosa para la empresa

Se recomienda a los gerentes de la empresa que se desarrolle un control más específico debido a los costos que se generan en el transporte de minerales, Ya que los datos basados en kilometraje no son los más fidedignos para identificar la cantidad de combustible que consume cada unidad vehicular.

Se recomienda a la dirección de mantenimiento de los equipos de transporte que sigan los planes de mantenimiento presentados en las fichas de los fabricantes de las máquinas, de la misma manera se recomienda que se desarrollen planes de mantenimiento preventivos, ya que el estudio demostró que el cumplimiento de estos conlleva un manejo eficiente de los recursos económicos.

Se recomienda a la dirección de operaciones de la empresa minera que se realice una ampliación de la investigación presentada, debido a que se pudieron sustentar mejores manejos de combustible, mejoras productivas, y deficiencias en el manejo económico.

REFERENCIAS

ADAMS, Mike. Gold Ore Processing: Project Development and Operations [en línea]. 2.^a ed. United Kingdom: Elsevier B.V. 2016 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/book/9780444636584/gold-ore-processing>

ISBN 978-0-444-63658-4

ANAYA, Patricia. Evaluación de costos operativos procesos en la U.E.A. Huancapetí de la Compañía Minera Lincuna S.A. – Año 2018. Tesis (Ingeniero de Minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4068>

AWUAH, Kwame. Energy efficiency in mining: a review with emphasis on the role of operators in loading and hauling operations. Journal of Cleaner Production [en línea] Marzo – 2016, Vol. 117, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616000706>

ISSN 0959-6526

BAJANY, D., ZHANG, L. y XIA, X. An Optimization Approach for Shovel Allocation to Minimize Fuel Consumption in Open-pit Mines: Case of Heterogeneous Fleet of Shovels. Journal IFAC-PapersOnLine [en línea] Enero – 2019, Vol. 52, n.º 14 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319308316>

ISSN 2405-8963

BÁRCENA, Alicia. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. Estado de situación de la minería en América Latina y el Caribe. [en línea] Lima: IX Conferencia de ministros de Minería de las Américas, 2018 [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2021] Disponible en:

https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/181116_extendidafinalconferencia_a_los_ministros_mineria_lima.pdf

BAZÁN, Angela. Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, 2016. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/2955>

BLOM, Michelle, PEARCE, Adrian y STUCKEY, Peter. Short-term planning for open pit mines: a review. International Journal of Mining, Reclamation and Environment [en línea] Enero – 2019, Vol. 33, n.º 5 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480930.2018.1448248>

ISSN 1748-0949

BOZZANO, Diego. El transporte en la Minería, un problema de costos. Revista Negocios Globales: Logística, Transporte & Distribución [en línea] Abril – 2016, Vol. 120, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=2235&edi=110&xit=el-transporte-en-la-mineria-un-problema-de-costos>

ISSN 0718-3488

BUNGE, Mario. La ciencia, su método y filosofía. [en línea] 1.a ed. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte, 1971 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: https://users.dcc.uchile.cl/~cguiterr/cursos/INV/bunge_ciencia.pdf

ISBN 9788492422593

BURT, Christina, CACCETTA, Louis. Equipment Selection for Mining: with Case Studies. Journal Studies in Systems, Decision and Control/Springer [en línea] Agosto – 2018, Vol. 150, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.springerprofessional.de/equipment-selection-for-mining-with-case-studies/15504740>

ISSN 2198-4190

BUSTILLO, Manuel. Mineral Resources: From Exploration to Sustainability Assessment [en línea]. 1.ª ed. Switzerland: Springer International Publishing AG. 2018 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://library.lol/main/647D373145D3B31B34E3CE3FE9D7EF53>

ISBN 978-3-319-58760-8

CALDERÓN, Jaime. Optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha. Tesis (Ingeniero de Minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. Disponible en:

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1933>

COMPENDIO de Proyectos Mineros y Ampliaciones. Revista Rumbo Minero [en línea] Febrero – 2021, Vol. 133 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://rumbominero.com/ED133/index.php?pag=52>

Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2006-9425

DINDARLOO, Saeid y SIAMI, Elnaz. Determinants of fuel consumption in mining trucks. Journal Energy [en línea] Octubre – 2016, Vol. 112, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216308593>

ISSN 0360-5442

FORGET, Marie y ROSSI, Magali. Mining region value and vulnerabilities: Evolutions over the mine life cycle. Journal The Extractive Industries and Society [en línea] Marzo – 2021, Vol. 8, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214790X20302136>

ISSN 2214-790X

GORMAN, Miranda y DZOMBAK, David. A review of sustainable mining and resource management: Transitioning from the life cycle of the mine to the life cycle of the mineral. Resources, Conservation and Recycling [en línea]. Octubre – 2018, Vol. 137, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344918302076>

ISSN 0921-3449

HAWKER, William, et al. The Synergistic Copper Process concept. Mineral Processing and Extractive Metallurgy [en línea] Enero – 2018, Vol. 127, n.º 4 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03719553.2017.1375768>

ISSN 2572-665X

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea] 6.a ed. México: McGraw-Hill, 2014 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISBN 978-1-4562-2396-0

HISAN, Shahjadi, et al. A review on the impact of mining and mineral processing industries through life cycle assessment. Journal of Cleaner Production [en línea] Setiembre – 2019, Vol. 231, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619318001> ISSN 0959-6526

INTERNATIONAL Organizing Committee for the World Mining Congresses. World Mining Data [en línea] 1ra ed. Vienna: Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism, 2019 [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2020.pdf>

LAITA, Elisa, et al. ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Análisis del modelo de mineral implícito en el currículo y en los libros de texto en España. Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra [en línea] Marzo – 2018, Vol. 26, n.º 3 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/343211/434358> ISSN 2385-3484

LINS, Osmar, et al. Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistemas. Revista Interfases [en línea] Diciembre – 2018, Vol. 11, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Interfases/article/view/2952/3184> ISSN 1993-4912

MORADI, Ali y ASKARI, Hooman. Mining fleet management systems: a review of models and algorithms. International Journal of Mining, Reclamation and Environment [en línea] Julio – 2019, Vol. 33, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480930.2017.1336607> ISSN 1748-0949

NAKOUSI, C., et al. An asset-management oriented methodology for mine haul-fleet usage scheduling. *Journal Reliability Engineering & System Safety* [en línea] Diciembre – 2018, Vol. 180, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832018302369> ISSN 0951-8320

NDAY, I. y THOMAS, H. Optimization of the cycle time to increase productivity at Ruashi Mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* [en línea] Julio – 2019, Vol. 119, n.º 7 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <http://www.scielo.org.za/pdf/jsaimm/v119n7/07.pdf> ISSN 2411-9717

NÚÑEZ, Jaime, GODOY, Johann y PÉREZ, Luís. Determinación de restricciones de capacidad de producción en proceso de obtención de cobre. *Revista chilena de ingeniería Ingeniare* [en línea] Agosto – 2016, Vol. 24, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v24nEspecial/art07.pdf> ISSN 0718-3305

OZDEMIR, Burak y KUMRAL, Mustafa. A system-wide approach to minimize the operational cost of bench production in open-cast mining operations. *International Journal of Coal Science & Technology* [en línea] Diciembre – Enero, 2018 – 2019, Vol. 6, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40789-018-0234-1.pdf> ISSN 2198-7823

PASH, O, y ULUDAG, S. Optimization of the load-and-haul operation at an opencast colliery. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* [en línea] Mayo – 2018, Vol. 118, n.º 5 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <http://www.scielo.org.za/pdf/jsaimm/v118n5/04.pdf> ISSN 2411-9717

PERALTA, Salvatore, PULUNG, Agus y KUMRAL, Mustafa. Reliability effect on energy consumption and greenhouse gas emissions of mining hauling fleet towards sustainable mining. *Journal of Sustainable Mining* [en línea] Agosto – 2016, Vol. 15, n.º 3 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2300396016300532>

ISSN 2300-3960

PUELL, Jorge y KUMAR, Sanjay. Methodology for a dump design optimization in large-scale open pit mines. *Journal Cogent Engineering* [en línea] Octubre – 2017, Vol. 4, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2017.1387955>

ISSN 2331-1916

RIBEIRO, Augusto, et al. Distribution of the Main Operational Costs Due to the Size of the Loading and Haulage Fleet: Brazilian Reality [en línea] Ed. Proceedings of the 28th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection - MPES 2019. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-33954-8_38

ISBN 978-3-030-33954-8

SALAS, José. Maximizar el ciclo de carguío y acarreo para minimizar el costo de operación en el proyecto de movimiento de tierras de la cantera América en la mina Pierina, minera Barrick Misquichilca S.A. año 2018. Tesis (Ingeniero de Minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2019. Disponible en:

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4062>

SANTELICES, Gabriel, et al. Integrating mining loading and hauling equipment selection and replacement decisions using stochastic linear programming. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment* [en línea] Enero – 2016, Vol. 31, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480930.2015.1115589>

ISSN 1748-0949

SANTORO, Sergio, et al. Membrane technology for a sustainable copper mining industry: The Chilean paradigm. *Journal Cleaner Engineering and Technology*. [en línea]. Enero – 2021, Vol. 2, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821000513>

ISSN 2666-7908

SKAWINA, B., et al. The effects of orepass loss on loading, hauling, and dumping operations and production rates in a sublevel caving mine. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* [en línea] Abril – 2018, Vol. 118, n.º 4 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<http://www.scielo.org.za/pdf/jsaimm/v118n4/14.pdf>

ISSN 2411-9717

STENSTRÖM, Christer, et al. Preventive and corrective maintenance – cost comparison and cost–benefit analysis. *Journal Structure and Infrastructure Engineering* [en línea] Enero – 2016, Vol. 12, n.º 5 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15732479.2015.1032983>

ISSN 1744-8980

TAPIA, E. et al. An analysis of full truck versus full bucket strategies in open pit mining loading and hauling operations. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment* [en línea] Enero – 2020, Vol. 35, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480930.2020.1712639>

ISSN 1748-0949

TURVEY, David. Industrial Minerals – Evaluation and Profitability. *Journal ASEG Extended Abstracts* [en línea] Marzo – 2019, Vol. 1, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible:

https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1071/ASEG2018abT5_1E?scroll=top&needAccess=true

ISSN 2202-0586

VALDIVIESO, Máximo. Cálculo de camiones para el transporte de mineral y desmonte en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018. Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_1c3e04cdb102526b3ab1ae907d4e7b6d

VÁSQUEZ, Eyner y VÉLEZ, Jaime. Evaluación de selección y reemplazo con volquetes de 25 m³ de capacidad para la optimización de costos en el proceso de carguío y acarreo de una empresa minera en Cajamarca – 2019. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/11537/23868>

YARMUCH, Juan, et al. Optimum ramp design in open pit mines. Journal Computers & Operations Research [en línea] Marzo – 2020, Vol. 115, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030505481930173X>

ISSN 0305-0548

ZANIN, M., LAMBERT, H., y DU PLESSIS, C. A. Lime use and functionality in sulphide mineral flotation: A review. Journal Minerals Engineering [en línea] Noviembre – 2019, Vol. 143, n.º 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892687519303334>

ISSN 0892-6875

ANEXOS

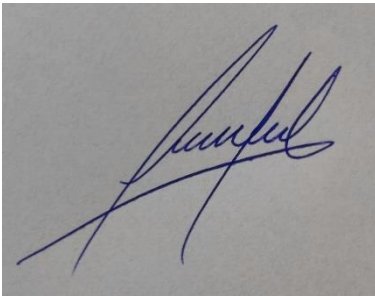
Anexo 1: Dedicatoria de autenticidad.

Nosotros, **FERNANDEZ VALVERDE JORDY JIMMY** y **TINOCO MORALES ISRAEL** alumnos de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo filial Huaraz, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al proyecto de tesis “**Método alternativo para reducir costos de transporte de minerales de tajo a concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021**”, son:

1. De mi autoría
2. El presente proyecto de tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El presente proyecto de tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente proyecto son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

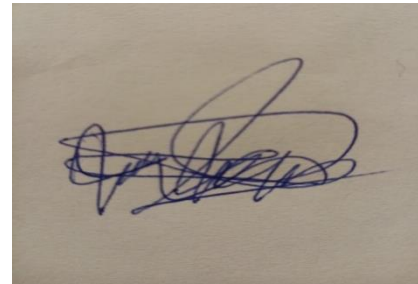
En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto a las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, Noviembre de 2021.



TINOCO MORALES ISRAEL EDUARDO

DNI:71338753



FERNANDEZ VALVERDE JORDY JIMMY

DNI: 71289883

Anexo 2: Dedicatoria de autenticidad

Dedicatoria de autenticidad del asesor

Yo, FERNANDO VEGA HUINCHO docente de la facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo sede Huaraz, revisor del proyecto de tesis “Método alternativo para reducir costos de transporte de minerales de tajo a concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021”, de los alumnos, FERNANDEZ VALVERDE JORDY JIMMY Y TINOCO MORALES ISRAEL, alumnos de la facultad de Ingeniería, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias destacadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, Noviembre de 2021.



Dr. Fernando Vega Huincho
CIP: 45511

Dr. Vega Huincho Fernando

DNI: 32836979

Anexo 03. Análisis de Pareto

Tabla 25. Problemas de la minera Santa Lucía S.A.C.

Ítem	Problemas detectados	F. Abs	F. Acum.	% Abs.	% Acum.
P1	Altos costos de transporte	19	19	33.93%	33.93%
P2	Método de transporte inadecuado	15	34	26.79%	60.71%
P3	Productividad baja	5	39	8.93%	69.64%
P4	Baja capacidad de planta	5	44	8.93%	78.57%
P5	Personal poco capacitado	4	48	7.14%	85.71%
P6	Deficiencias en las instalaciones	3	51	5.36%	91.07%
P7	Procesos extractivos inadecuados	3	54	5.36%	96.43%
P8	Otros problemas	2	56	3.57%	100.00%
	Total	56			

Fuente: Elaboración propio

Gráfico 1. Pareto para los problemas de Santa Lucía

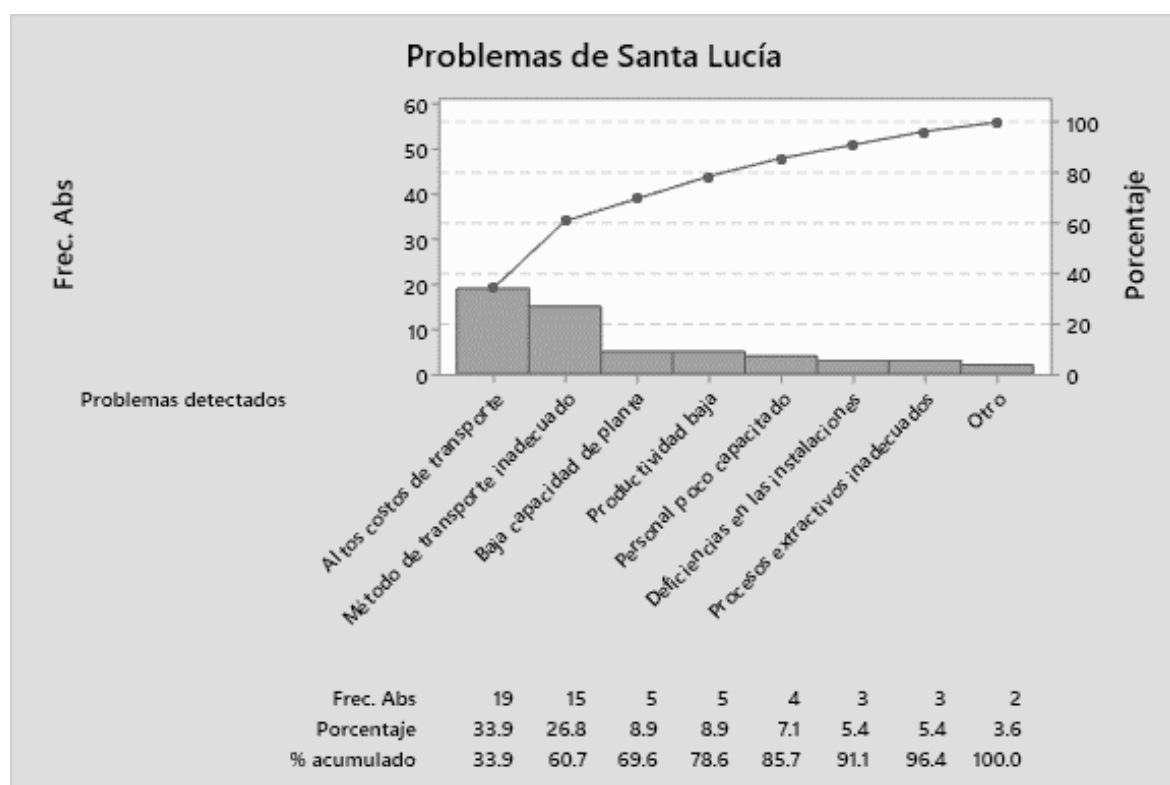


Figura 1. Pareto para los problemas de la Mina Santa Lucía S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04: Diagrama de Ishikawa

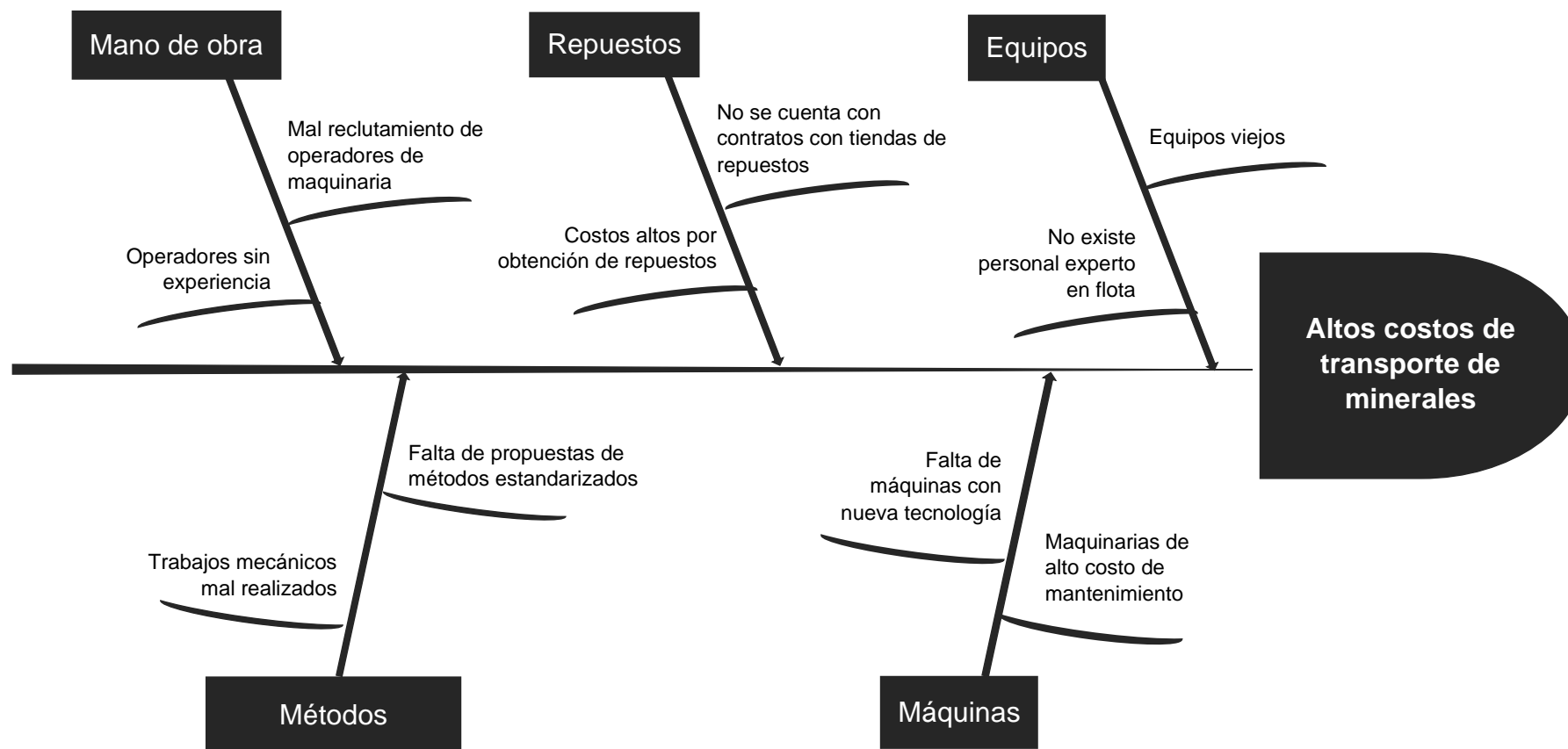


Figura 2. Ishikawa para los altos costos de transporte de minerales en la Mina Santa Lucía S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

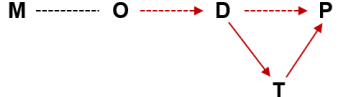
Anexo 05. Matriz de Operacionalización

Tabla 26. Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Transporte de mineral	Es la operación unitaria que corresponde al carguío y acarreo de diversos minerales explotados del yacimiento minero. Este consta de dos tipos de medios, el continuo y el discontinuo. El primero se realiza de dos formas: por cintas o fajas y por tuberías o ductos, por otro lado, los discontinuos se realizan sobre neumáticos y sobre rieles o carriles (Yarmuch, et al, 2020).	El método de transporte de minerales se medirá en función del tiempo de ciclo, la cantidad de viajes de los volquetes por hora, el volumen del material transportado y el número de volquetes requeridos.	Tiempos de transporte	<p>Tiempo de ciclo (Tct):</p> $Tct = TC + Trc + TD + Trv$ <p>Donde: TC = Tiempo de carga, Trc = Tiempo de ida, TD =Tiempo de descarga y Trv = Tiempo de vuelta</p> <p>Cantidad de viajes del volquete por hora (<i>N° Viajes/h</i>):</p> $N^{\circ} \frac{viajes}{h} = \frac{1h}{Tct}$ <p>Dónde: Tct = Tiempo de ciclo</p>	Razón
			Dimensionamiento de carga	<p>Volumen del material (VM):</p> $VM = Cap.Volq. x N^{\circ} viajes/h x \% Fac. de llenado$	
			Dimensionamiento de camiones	<p>Número de volquetes requeridos (<i>N° Volquetes</i>):</p> $N^{\circ} volquetes = Material movido/VM$	

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Dependiente: Costos de transportes	Los costos son aquellos valores que tienen los recursos tangibles o financieros que se utilizan en la producción en un determinado periodo, por lo que se asegura que estos costos son la mejor fuente de información para tomar cualquier tipo de decisión, ya que a través estos se pueden monitorear, analizar y optimizar las actividades (Ozdemir y Kumral, 2018).	Los costos de transportes serán medidos en función del consumo de combustible, los costos de combustibles, el total de horas trabajadas de los volquetes y el rendimiento por hora de los volquetes.	Rendimiento	Rendimiento por hora (Ren/h): $\frac{Ren}{h} = Fac. de llenado \times \% Fac. de llenado \times \frac{1h}{Tct}$	Razón
				Horas totales del volquete (Th): $Th = Total\ material\ a\ mover / Rendimiento$	
			Costos Operacionales	Consumo de combustible (Comb/gal): $Comb/gal = Th \times Ratio\ de\ combustible$	
				Costo de combustible (CostComb): $CostComb = \frac{Comb}{gal} \times \frac{CostCom}{gal}$	
	Costo de operador (Cop): $Cop = Costo\ por\ hora \times horas\ trabajadas$				
	Costo de Mantenimiento (Cost/mtto) $\frac{Cost}{mtto} = Costo\ de\ mtto\ progr. + Costo\ de\ mtto\ no\ progr.$				

Anexo 06. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Metodología
¿En qué medida el método alternativo reducirá los costos de transportes de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021?	Determinar cómo el método alternativo reduce los costos de transporte de minerales de tajo a concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021.	El método alternativo reduce en 10% los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021	Variable Independiente: <ul style="list-style-type: none"> Método de transporte Dimensiones de la VI: <ul style="list-style-type: none"> Tiempos de transporte Dimensionamiento de carga Dimensionamiento de camiones Indicadores de la VI: <ul style="list-style-type: none"> Tiempos de ciclo Viajes por hora Volumen del material Número de unidades requeridas 	Tipo de Investigación: <ul style="list-style-type: none"> Aplicado Enfoque de Investigación: <ul style="list-style-type: none"> Cuantitativo Alcance de la Investigación: <ul style="list-style-type: none"> Descriptivo Diseño de Investigación: <ul style="list-style-type: none"> Propositivo  <pre> graph LR M -.-> O O -.-> D D -.-> P D --> T P --> T </pre>
Problemas específicos <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el diagnóstico de los costos de transportes de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021? ¿Cuál es el método alternativo para reducir los costos de transportes de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021? ¿Cuál es el resultado del costo de transporte del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021? ¿Cuáles son los resultados del costo de transporte antes y después del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021? 	Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> Diagnosticar el estado actual de la empresa respecto a los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. Plantear el método alternativo de transporte para reducir los costos de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. Evaluar el costo de transporte del método alternativo de transporte de minerales de tajo a la planta concentradora en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. Comparar los costos de transporte de minerales del método actual y el alternativo en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. 	Hipótesis específicas <ul style="list-style-type: none"> Los costos de transporte de minerales son más del 50% de los costos de extracción en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. El método alternativo de transporte de minerales es el reemplazo de dumpers por volquetes en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. Los costos de transporte de minerales son menos del 50% de los costos de extracción en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. El método alternativo logra reducir en 10% los costos de transporte de minerales en la Mina Santa Lucía S.A.C. en Carhuaz en el 2021. 	Variable Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> Costos de transporte Dimensiones de la VD: <ul style="list-style-type: none"> Rendimiento Costos de operativos Costos de mantenimiento Indicadores del VD: <ul style="list-style-type: none"> Rendimiento por hora Horas totales de las unidades Consumo de combustible Costo total de combustible Costos total mantenimiento 	De dónde: M: Mina Santa Lucía S.A.C. O: Observación de los métodos de transporte y los costos de transporte. D: Diagnóstico y evaluación de los métodos de transporte y los costos de transporte. T: Fundamento teórico de los métodos de transporte y los costos de transporte. P: Propuesta de solución para la reducción de los costos de transporte.

Anexo 07. Instrumentos de recolección de datos

- **Ficha de Tiempos de transporte**

Mina Santa Lucía S.A.C.		TIEMPOS DE TRANSPORTE DE MINERALES					Código: CTT-001	
Responsable							Firma	
Fecha								
N° de toma de tiempo	Unidad de transporte	Conductor/ Operador	Tiempo de carga (TC)	Tiempo de ida (Trc)	Tiempo de descarga (TD)	Tiempo de vuelta (Trv)	Tiempo de ciclo (Tct)	

Fuente: Vásquez y Veles (2019)

- **Ficha de dimensionamiento de carga**

Mina Santa Lucía S.A.C.		DIMENSIONAMIENTO DE CARGA POR VOLQUETE				Código: DCV-001	
Responsable						Firma	
Fecha							
N°	Unidad de transporte	Placa	Capacidad (m3)	N° de Viajes/h	Factor de llenado (%)	Volumen de material (m3/h)	

Fuente: Vásquez y Veles (2019)

- **Ficha de dimensionamiento de camiones**

Mina Santa Lucía S.A.C.		DIMENSIONAMIENTO DE CAMIONES				Código: DDC-001	
Responsable						Firma	
Fecha							
		Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Material/minerales							
Vol. Mat/Min m3/h							
N° de volquetes							

Fuente: Vásquez y Veles (2019)

- **Ficha de rendimiento de camiones**

Mina Santa Lucía S.A.C.	FICHA DE CÁLCULO DE RENDIMIENTO					Código: CDR-001
Responsable				Firma		
Fecha						
	Cam 1	Cam 2	Cam 3	Cam 4	Cam 5	Cam 6
Factor de llenado						
Factor de llenado (%)						
N° de viajes/h						
Rendimiento/h						
Material total						
HT de camiones						

Fuente: Vásquez y Veles (2019)

- **Ficha de costos operativos**

Mina Santa Lucía S.A.C.	FICHA DE CÁLCULO DE COSTOS OPERACIONALES					Código: CCO-001
Responsable				Firma		
Fecha						
	Cam 1	Cam 2	Cam 3	Cam 4	Cam 5	Cam 6
Horas totales de camiones						
Ratio de combustible						
Consumo (gal)						
Costo (gal)						
Costo total de combustible						
Costo de operador/h						
Costo total de operación						

Fuente: Vásquez y Veles (2019)

- **Ficha de costos de mantenimiento**

Mina Santa Lucía S.A.C.	FICHA DE CÁLCULO DE COSTOS DE MANTENIMIENTO					Código: CCMM-001
Responsable				Firma		
Fecha						
	Cam 1	Cam 2	Cam 3	Cam 4	Cam 5	Cam 6
Costo de mto programado (preventivo)						
Costo de mto no programado (correctivo)						
Costo total de mantenimiento						

Fuente: Vásquez y Veles (2019)

Anexo 08. Informe de geología de la mina

La presente información se extrajo del Boletín N.º 60 de la Serie A de la Carta Geológica Nacional publicada por el INGEMMET.

ESTRATIGRAFÍA SEDIMENTARIA REGIONAL

- **Formación Chicama (Js-ch).**

Aflora en los nevados Toclla, Cojup, Minayoc, Jacabamba y Pomabamba; cuya representatividad es abundante en el flanco oriental de la Cordillera Blanca; yace discordantemente sobre los intrusivos graníticos del batolito andino, se compone de lutitas, areniscas y pizarras carbonosas; estas últimas, en el nevado Pomabamba son erosionados y contaminan las aguas de la quebrada Honda. La Formación Chicama dentro del área que involucra la mina Garrosa, consiste de lutitas negras y areniscas metamorizadas a pizarras, areniscas cuarzosas y cuarcitas por metamorfismo de contacto, con espesores de capas que varían de algunos milímetros a varios centímetros de potencia; el metamorfismo de contacto fue ocasionado por la intrusión del Batolito de la Cordillera Blanca y stock andesíticos. Las pizarras también se encuentran ínter estratificados con horizontes delgados de carbón de tipo antracítico. No se conoce ni la base ni el techo de esta formación Esta Formación está identificada como de edad Titoniana es correlacionable con el grupo Yura en el Sur del país, y probablemente con parte de la formación Oyón del centro del país. La fauna pelágica bien desarrollada y la ausencia de especies bentónicas, sugieren la deposición de cuencas reductoras, apoyada por la abundancia de pirita.

- **Grupo Goyllarisquizga.**

Formación Chimú (Ki-chi)

Consiste de 150 a 400 m, de cuarcita, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón (antracita), sobre yaciendo a la formación Oyón é infra yaciendo a la Fm. Santa, con ligera discordancia. La Fm. Chimú, supra yace a la Fm. Oyón (Neocomiano inferior) e infra yace a la Fm. Santa (Valanginiano superior), y por lo tanto representa al Valanginiano inferior a medio, correlacionable con la Fm. Salto del fraile y la herradura (Lima), Huancané y Muni del Sur del país.

Formación Santa (Ki-sa)

Consiste de 100 – 380 m. de calizas y arcillitas calcáreas que sobre yacen a la Fm. Chimú é infra yacen a la Fm. Carhuaz; ambos contactos con discordancia paralela. La Fm. Santa, contiene especímenes de Buchotrionias, Paraglauconia Strumbimorfis Schloteim, no siendo diagnósticos de edad precisa; no obstante, se le atribuye una edad valanginiana en base a los fósiles diagnósticos de la Fm. Carhuaz.

Formación Carhuaz (Ki-ca)

Consiste de aproximadamente de 500 m. de areniscas y cuarcitas finas marrones, en capas delgadas con abundantes intercalaciones de arcillitas. En algunas áreas, se encuentran intercalaciones de conglomerados en la parte superior de la formación. Las intercalaciones de caliza y yeso, son comunes cerca a la base de la formación (SE del área); esta formación está en discordancia sobre la Fm. Santa; infra yace a la Fm. Farrat, o en los extremos suroccidentales en discordancia bajo las calizas de la Fm. Pariahuanca. En la Fm. Carhuaz, se encontró Valanginitesbrogii, fósil característico del Valanginiano superior, en la parte inferior de la Fm. Carhuaz, en el Callejón de Huaylas.

- **Formación Pariahuanca (Kis-P)**

Consiste en calizas macizas de unos 100 m. de grosor, supra yace a la Fm. Farrat y subyace a las margas de la Fm. Chúlec. Hacia el Norte del callejón de Huaylas. Benavides (1956) encontró en la formación un fragmento de Parahoplites, género característico del Albiano-Aptiano.

- **Formación Chulec (Kis-ch)**

Presentan capas medianas a delgadas de calizas, margas y arcillitas calcáreas, con una abundancia de fauna fósil. El grosor varía entre 100-250 m. pero en el en el valle del Santa no pasa los 50 m. La formación Chulec supra yacen a la Fm Pariahuanca é infra yacen a la Fm. Pariatambo. La presencia de Parahoplites en la parte basal de la Fm. Chúlec, ubica la parte inferior de ésta en el Albiano inferior.

- **Formación Pariatambo (Kis-p)**

Consiste de aproximadamente 100 m. de margas y arcillitas negras, con intercalaciones de calizas. Supra yace a la Fm. Chulec é infra yace a la Fm. Jumasha, ambos contactos son concordantes La fauna es exclusivamente oelágica de Oxytropideceras, Diploceras, Lyelliceras y Venezoliceras. Los bentónicos se reducen a Inoceramus y Exógyra. El oxitropidoceras *Carbónariumgabb*, fósil guía, indica la parte superior del Albiano medio, y está distribuido a través de toda la formación.

- **Grupo Calipuy (P-vca)**

Cossío (1964), le dio el nombre de Volcánico Calipuy; posteriormente Wilson, lo elevó al rango de Grupo. Esta unidad supra yace a secuencias cretáceas en discordancia angular, estando su tope generalmente erosionado. Su grosor se estima en más de 2000 m. Las rocas del Gpo. Calipuy, son mayormente tobas, piroclásticos gruesos, aglomerados, lavas, cuerpos intrusivos sub-volcánicos. Su composición varía de andesítica-dacítica.

En el Grupo Calipuy se han diferenciado dos unidades:

- Calipuy inferior (P-vca1): Consiste en rocas piroclásticas gris verdosas púrpuras a marrón rojizo, bien estratificadas y con niveles de limoarcillitas grises.
- Calipuy Superior (P-vca2): Son capas gruesas, resistentes, que corresponden a aglomerados, brechas de colores verde grisáceo, marrón-rojizo y algunas lavas porfiríticas. Dataciones radiométricas K-Ar (58 M.A. Eoceno – 36.5 M.A. Oligoceno, 23.5 M.A. – Mioceno), indican que la edad de los volcánicos oscila entre el Paleógeno y Neógeno.

- **Formación Yungay (Nmp-yu)**

Consiste en una secuencia de rocas piroclásticas encontradas en algunos sectores del valle del río Santa (Yungay). La litología predominante, son tobas blancas, friables, pobremente estratificadas, compuestas de abundantes cristales de cuarzo y biotita en una matriz feldespática, así como ignimbritas dacíticas con disyunción columnar, Supra yace a secuencias cretáceas, intrusivos plutónicos y al Gpo. Calipuy. Su grosor se estima en aproximadamente 150 m. La Fm. Yungay, al

rellenar zonas del valle del río Santa, se interpreta como evidencia que la toba fue depositada después del desarrollo de las primeras etapas de desarrollo de la topografía actual; asimismo el valle del río Santa, estuvo sujeto a movimientos verticales que se acentuaron a partir del mioceno o Plioceno. Algunas dataciones K-Ar de la Fm. Yungay, han dado edades radiométricas de 5.8 a 7.8 M.A. (INGEMMET, Bol. 10, Serie A), y es correlacionable con las ignimbritas de las formaciones Fortaleza y Bosque de Piedra.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS.

- **Depósitos Fluvioglaciares (Qh-fg).**

Se ubican en las hoyas y en las laderas de los cerros dominantes, se encuentran en las áreas de cotas más elevadas (más de 3000 m.s.n.m.); corresponden solo a algunas acumulaciones pequeñas como restos algo lixiviados, configurando acumulaciones de gravas gruesas, medias y finas, muy compactas, acompañadas de una matriz de material arcilloso de colores blanco amarillento o grises.

- **Depósitos Coluviales (Qh-co).**

Están asociados a conos de deyección o abanicos de deyección, en superficies con laderas empinadas y abruptas de los cerros circundantes. Mayormente poseen alto contenido de gravas con arcillas y limos; se localizan en las áreas de mayor cota.

- **Depósito Glaciar (Qh-g).**

Material depositado y acumulado por los glaciares tales como las morrenas, los tills, los kames, los drumlins y los eskeres. El depósito glaciar se caracteriza por la gran heterogeneidad de sus fragmentos tanto en forma como en tamaño.

ROCAS INTRUSIVAS.

- **Batolito de la Cordillera Blanca.**

Ubicado en la parte central de la Cordillera Occidental con rumbo paralelo a las estructuras regionales, alcanza una longitud de 200 Km. y anchura entre 12 – 15 Km. La litología predominante es granodiorita – tonalita de grano grueso. En la zona de Garrosa se observa un Stock de Andesita porfirítica en la parte central.

Anexo 09. Contexto geológico minero de la mina Garrosa

GEOLOGÍA LOCAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

Hasta el conocimiento actual, el yacimiento de la mina Garrosa, es de tipo filoniano y remplazamientos menores, están relacionados a la presencia de estructuras fallas y sills o diques de composición ígneo o hipoabisal que producen aportes de sílice, hierro, aluminio y otros.

En la mina Garrosa, afloran rocas de la Fm. Chicama, que consiste en areniscas gris a gris oscuras, con horizontes carbonosas, de grano fino a medio, intercaladas con limoarcilitas y limonitas grises. Se tiene presencia de diques y sills los cuales han sido posiblemente los que han ayudado a transportar los fluidos mineralizantes y se han depositado en las estructuras favorables.

El intrusivo del Batolito de la Cordillera Blanca de composición granodiorítica y a veces tonalítica, han sido los portadores de los fluidos mineralizantes y que estos han formado las vetas y los mantos en los horizontes de areniscas y hornfels.

ESTRUCTURAS EXPLORADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

- **VETA ISABEL**

La estructura mineralizada de veta Isabel es reconocida desde superficie (Nv 4730), emplazada en areniscas cuarzosas de color gris con intercalaciones delgadas de pizarras con presencia de mantos de carbón. La veta Isabel es un ramal de la veta Lucia tiene un buzamiento que varía entre los 75° a 80° SW, la misma que vuelve a juntarse a los 141 m. a la veta Lucia. La mineralización está representada por pirita masiva en forma de venillas, diseminaciones de galena, esfalerita y siderita. La potencia varía entre 0.10 a 0.50 m.

En el nivel 4551 la veta Isabel se comporta de la misma manera que en superficie, la veta de rumbo paralelo a las areniscas cuarzosas; el ancho de veta varía desde unos 0.10 m. hasta 0.70 m. La mineralización es principalmente de pirita masiva, sulfuros de plata, plomo y zinc, pero con muy pocos valores económicos.

Ancho Veta	Ag Oz	Au Oz	Pb%	Cu%	Zn%
0.35 m.	1.17	T	0.72	0.01	1.07

- **VETA LUCIA**

En nivel 4730 a 4841, está emplazada en contacto de las cuarcitas de grano fino a medio con la andesita porfiritica de origen hipoabisal hacia la caja techo. El ancho de la veta varía desde 0.20 m. hasta 4 m. con buzamiento entre los 75° a 80° SW, La veta Lucia tiene una longitud explorada de 500 m en superficie. Presenta mineralización de galena, galena argentífera, tenantita, esfalerita, pirita y calcopirita en menor proporción.

En nivel 4551, se ha explorado 385 metros en profundidad diferenciando dos zonas:

ZONA A: Esta zona se caracteriza por las buenas leyes de Ag, Pb que van desde las 10 oz de Ag hasta más de 100 oz de Ag de 6% a 50% de ley de Pb, el ancho de veta varía desde 0.10 m. hasta 1.5 m. La mineralización es principalmente de sulfuros de plata y plomo (Galena Argentífera, Tenantita, zinc y también oro con muy buenos valores económicos.

Ancho Veta	Ag Oz	Au Oz	Pb%	Cu%	Zn%
0.77	16.75	0.207	11.67	0.00	1.60

ZONA B: Esta zona se caracteriza por el aumento en la ley de Zn y Cu, las leyes de Ag y Pb bajan a 8 Oz de Ag y 4% de Pb respectivamente, la ley de Zn sube de 6% a 7%, y comienzan a parecer algunos valores favorables de Cu, esto se explica porque la zona B está cerca en horizontal al stock de tipo pórfido andesítico.

Ancho Veta	Ag Oz	Au Oz	Pb%	Cu%	Zn%
2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	5.10

- **VETA VILMA**

La veta Vilma junto con la veta Lucia fueron las más trabajadas por antiguos laboreos, su ancho de estructura varía desde los 0.10 a 2.50 m. su longitud llega a 160 m. hasta juntarse con la veta Lucia hacia el sur, tiene un buzamiento de 75° a 80° SW, presenta mineralización de galena argentífera, esfalerita, tenantita, pirita y calcopirita en menor proporción.

En el nivel 551 se ha reconocido esta veta mediante la galería 297, su buzamiento de esta veta en este nivel varía entre los 70° a 80° SW, esta veta tiene muy buenos valores económicos en este nivel.

Ancho Veta	Ag Oz	Au Oz	Pb%	Cu%	Zn%
0.88	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95

MINERALIZACIÓN

La mineralización observada desde la superficie hasta el nivel 4551, son de relleno de fractura, estructuras y remplazamiento en las brechas de falla. Está constituida de galena argentífera, Tenantita, esfalerita, calcopitita, pirita, calcopirita y otros sulfosales poco diferenciadas. Posiblemente por debajo del nivel 471 se incremente los valores de zinc-cobre.

ZONAMIENTO

El zoneamiento horizontal esta diferenciado desde la superficie erosionada hacia profundidad, mientras que el zoneamiento vertical no está diferenciado, posiblemente evaluando específicamente al detalle se observara. Actualmente se tiene minerales de plomo-plata que llegaría hasta el nivel 471. Posiblemente por debajo del nivel mencionado estaría incrementando los valores de zinc – cobre principalmente hacia el intrusivo de composición granodiorítica.

ALTERACIONES HIDROTERMALES

Las alteraciones más importantes son la silicificación, cloritización de las rocas encajonantes principalmente hacia los diques y sills del intrusivo.

CALCULO DE RESERVAS Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS

• PROCEDIMIENTOS DE ESTIMACIÓN

Para la estimación de Reservas de Mena y Recursos Minerales para la mina GARROSA, objeto del presente informe, primero se ha revisado información existente esencialmente de los planos geológicos y de muestreo, para la estimación de Reservas de Mena, se ha muestreado sistemáticamente todas las galerías y chimeneas habilitadas en las vetas lucia, asimismo los Blocks de mineral que aparecen en el informe citado y que no tienen accesibilidad y disponibilidad se está considerando como Recursos Minerales Medidos y la proyección hacia los niveles inferiores inmediatas debajo de los clavos de mineral explotados, que necesariamente se tendrán que comprobarse con labores de Exploración, se han considerado como Recursos Minerales Indicados e Inferidos. La delimitación de los bloques se realiza en tramos de mineral económico cada 60 metros de longitud horizontal y/o tramos puntuales de mineral económico, teniendo en cuenta las características mineralógicas (cocientes metálicos, curvas isovalóricas, etc.), controles estructurales (fallas, contactos, zonas de brecha).

• PARÁMETROS DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS

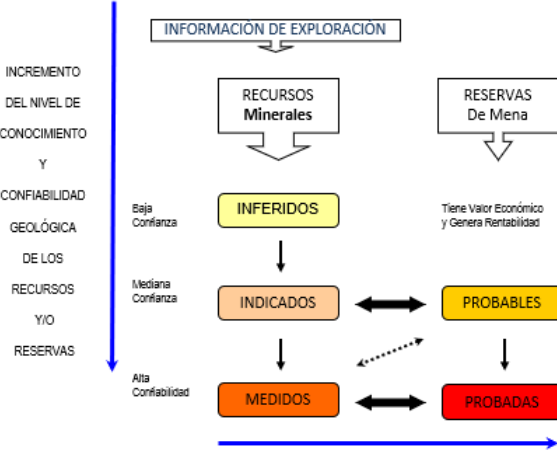
DEFINICIÓN DE RECURSOS MINERALES: Según el código australiano JORC, Los recursos minerales se subdividen, en orden de confianza geológica creciente, en las categorías de Inferido, Indicado y Medido. La elección de la categoría de un recurso depende de la cantidad y distribución de datos disponibles, así como del nivel de confianza que ofrecen estos. Por lo tanto, la mina Garrosa con la información que se tiene a la mano nos ofrece recursos minerales medidos, indicados e inferidos.

RECURSO MINERAL INFERIDO: Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales, pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación económica de prefactibilidad que merezca darse a conocer al público.

RECURSO MINERAL INDICADO: Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si lo suficientemente cercanos para asumirlas. La confianza en el estimado resulta suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de prefactibilidad económica.

RECURSO MINERAL MEDIDO: Parte de un recurso mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza, su tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas, de afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes, las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y de leyes. Esta Categoría requiere un alto nivel de confianza en el entendimiento de la geología y controles del yacimiento, la confianza en la estimación es suficiente para permitir la aplicación apropiada de parámetros técnicos y económicos y para permitir una evaluación de la viabilidad económica.

TERMINOLOGIA Y RELACIÓN ENTRE LA INFORMACIÓN DE EXPLORACION, RECURSOS Y RESERVAS MINERALES



"FACTORES MODIFICADORES":
Factores: económicos, mineros, metalúrgicos, de mercadotecnia, ambientales, legales, sociales y gubernamentales pueden dar lugar a que el material se desplace entre recursos y reservas.

ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES

- RECURSOS MINERALES INFERIDOS EN LA MINA GARROSA**

La estimación de los Recursos Minerales Inferidos para la mina Garrosa, se ha considerado, 100 metros por debajo del Recurso Indicado en algunos casos y en otros casos un nivel por debajo que puede ser 40 o 50 metros como corresponde en la zona. Para el cálculo de su tonelaje se ha tomado el área por un ancho promedio de 0.70 metros y un peso específico de 3.26, asumiendo en todos los casos las leyes del block vecino o el promedio de varios blocks y finalmente multiplicados por un factor de seguridad de 0.7 que afecta al tonelaje como a las leyes, teniendo los siguientes resultados solo en las vetas que aparece en el siguiente cuadro, además remito ver las secciones de cubicación que están codificadas en letra mayúsculas y sombreadas de color anaranjado.

RESUMEN DE RECURSO MINERAL INFERIDOS MINA GARROSA

Cuadro N.º

Al 31 de diciembre del 2020

1

Ítem	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	591	A	659	0.77	0.87	19.25	0.238	13.41	0.00	1.84	587.31
02	Lucia	511	B	1155	0.88	0.88	15.12	0.171	9.51	0.02	2.11	443.69
03	Lucia	511	C	1381	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
04	Lucia	591	D	1366	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
05	Lucia	591	E	4312	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
6	Lucia	511	E	4184	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
7	Vilma	591	F	1110	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				14167	1.35	1.81	12.08	0.035	5.83	0.07	3.35	269.66

RECURSOS MINERALES INDICADOS EN LA MINA GARROSA

Para estimar los Recursos Minerales Indicados en la mina Garrosa se ha tomado en consideración la probabilidad de su continuidad geológica y mineralógica, por debajo de los block de cubicación de Reservas de Mena y de los block de Recursos Minerales Medidos, asumiendo las leyes promedio de varios Blocks vecinos, Para el cálculo de su tonelaje se ha tomado el área por un ancho promedio de 0.70 metros y un peso específico de 3.26 y finalmente multiplicados por un factor de seguridad de 0.7 que afecta al tonelaje como a las leyes esta estimación se ha

hecho solo en las vetas habilitadas y donde se tiene programado labores de exploración, remitimos ver las secciones de cubicación donde aparecen codificados con letras mayúsculas y sombreadas de color celeste, los resultados ver en el cuadro siguiente:

RESUMEN DE RECURSO MINERAL INDICADO

MINA GARROSA

31 de diciembre del 2020

Cuadro N.º 2

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	591	A	659	0.77	0.87	19.25	0.238	13.41	0.00	1.84	587.31
02	Lucia	511	B	1155	0.88	0.88	15.12	0.171	9.51	0.02	2.11	443.69
03	Lucia	511	C	1381	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
04	Lucia	591	D	1366	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
05	Lucia	591	E	4312	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
6	Lucia	511	E	4184	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
7	Vilma	591	F	1110	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				14167	1.35	1.81	12.08	0.035	5.83	0.07	3.35	269.66

RECURSOS MINERALES MEDIDOS EN LA MINA GARROSA

En la estimación de los Recursos Medidos para la Mina Garrosa, se ha hecho un inventario de todos los blocks de mineral sub-marginal se está considerando 10 metros en altura, para el cálculo de su tonelaje se ha tomado el área por un ancho promedio de 0.70 metros y un peso específico de 3.26 y finalmente multiplicados por un factor de seguridad de 0.7, el resumen en el siguiente cuadro:

RESUMEN DE RECURSO MINERAL INFERIDOS

MINA GARROSA

Al 31 de Diciembre del 2020

Cuadro N° 3

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	591	A	659	0.77	0.87	19.25	0.238	13.41	0.00	1.84	587.31
02	Lucia	511	B	1155	0.88	0.88	15.12	0.171	9.51	0.02	2.11	443.69
03	Lucia	511	C	1381	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
04	Lucia	591	D	1366	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
05	Lucia	591	E	4312	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
6	Lucia	511	E	4184	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
7	Vilma	591	F	1110	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				14167	1.35	1.81	12.08	0.035	5.83	0.07	3.35	269.66

ESTIMACIÓN DE RESERVAS DE MENA

- **PARÁMETROS DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS DE MENA**

Para la cubicación de las Reservas de Mena de la mina Garrosa, se ha tomado como fuente las leyes de los últimos muestreos y remuestreos que se han realizado desde mayo del 2009 en las diferentes labores (galerías, chimeneas, subniveles y tajos).

- **CRITERIOS DE CUBICACIÓN PARA RESERVAS DE MENA**

Para la cubicación de Reservas de mena en la mina Reliquias, se han tomado en cuenta los siguientes criterios de cubicación:

BLOCK DE MINERAL

Un block de mineral es la parte "insitu" del yacimiento minero está formado por una figura geométrica tridimensional limitado por labores mineras de explotación, exploración y desarrollo, este block tiene un tonelaje que resulta de multiplicar la longitud, altura inclinada de acuerdo a su buzamiento, el ancho de la estructura mineralizada y el peso específico, igualmente se asigna una ley ponderada en base a las leyes de muestreos, esto a su vez diluido al ancho de minado.

Para la cubicación de Reservas de Mena, se ha asumido block de 30 m. por 40 m, el peso específico es de 3.26 y un factor de recuperación de 70% dado por geología, en nuestro caso solo se ha muestreado las galerías del nivel 4551 en las vetas Lucia y Vilma y en el nivel 4591 la veta Vilma.

- **DEFINICIÓN DE RESERVAS DE MENA**

Una “Reserva de Mineral” que en la terminología usada del código JORC también lo conocen como “Reservas de Mena” es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye material de dilución que será explotado conjuntamente con las Reservas de Mena y entregadas a la planta de tratamiento o su equivalente y tolerancias por pérdidas que se puedan producir en la etapa de explotación. En esta etapa se han realizado las evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad, factores metalúrgicos, económicos, mercadotecnia, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta que podrían justificarse razonablemente la extracción. Las reservas de Mena, se subdividen en orden creciente de confianza en Reserva Mineral Probable y Reserva Mineral Probada.

RESERVA MINERAL PROBABLE

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias del Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción se justifica razonablemente. Una Reserva Mineral Probable tiene un nivel más bajo de confianza que una Reserva Mineral Probada.

RESERVA MINERAL PROBADA

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la

extracción se justifica razonablemente. Una Reserva Mineral Probada tiene un nivel alto de confianza.

RESUMEN DE RESERVA MINERAL PROBADO

MINA GARROSA

Al 31 de diciembre del 2020

Cuadro N° 4

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	551	328	513	0.77	1.00	16.75	0.207	11.67	0.00	1.60	510.96
02	Lucia	551	119	1519	0.73	0.93	16.93	0.007	6.38	0.00	4.26	323.09
03	Lucia	551	300	3952	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
4	Vilma	591	359	652	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				6636	1.34	1.83	11.71	0.027	5.50	0.07	3.33	254.38

RESUMEN DE RESERVA MINERAL PROBABLE

MINA GARROSA

Al 30 de diciembre del 2020

Cuadro N° 5

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	551	329	975	0.77	1.00	16.75	0.207	11.67	0.00	1.60	510.96
02	Lucia	551	120	1801	0.73	0.93	16.93	0.007	6.38	0.00	4.26	323.09
03	Lucia	551	301	4145	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
4	Vilma	591	359	652	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				7573	1.29	1.76	12.13	0.037	5.88	0.06	3.26	270.93

ANEXO 10: RECORRIDO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DEL TAJO A LA PLANTA CONCENTRADORA



ANEXO 11: PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS DUMPERS

PLAN DE MANTENIMIENTO DUMPERS													
Insumos y/o repuestos	400 hrs	800 hrs	1200 hrs	1600 hrs	2000 hrs	2400 hrs	2800 hrs	3200 hrs	3600 hrs	4000 hrs	4400 hrs	4800 hrs	Frecuencia
Aceite de motor VDS3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Filtro aceite motor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Filtro de aceite de motor. By - pass	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Filtro combustible	1		1		1		1		1		1		6
Filtro separador de agua	1				1				1				3
Lubricación de chasis	1		1		1		1		1		1		6
Filtro de aire	1				1				1				3
Aceite de caja de cambios	1						1						2
Filtro de aceite para caja de cambios	1						1						2
Aceite de eje trasero	1						1						2
Filtro secador de aire	1				1				1				3
Filtro de dirección	1				1				1				3
Filtro de aire para el climatizador	1						1						2
Aceite de dirección hidráulica	1				1				1				3
Refrigerante	1						1						2

ANEXO 12: PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS CAMIONES VOLQUETES VOLVO FMX 6X4

PLAN DE MANTENIMIENTO VOLVO FMX 6X4													
Insumos y/o repuestos	40 0 hrs	60 0 hrs	80 0 hrs	100 0 hrs	120 0 hrs	140 0 hrs	160 0 hrs	180 0 hrs	200 0 hrs	220 0 hrs	240 0 hrs	2600 hrs	Frecuenci a
Aceite de motor VDS3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Filtro aceite motor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Filtro de aceite de motor. By - pass	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Filtro combustible	1		1		1		1		1		1		6
Filtro separador de agua	1		1		1		1		1		1		6
Lubricación de chasis	1		1		1		1		1		1		6
Filtro de aire	1				1				1				3
Aceite de caja de cambios	1						1						2
Filtro de aceite para caja de cambios	1						1						2
Aceite de eje trasero	1						1						2
Filtro secador de aire	1				1				1				3
Filtro de dirección	1				1				1				3
Filtro de aire para el climatizador	1						1						2
Aceite de dirección hidráulica	1				1				1				3
Refrigerante	1						1						2

ANEXO 13: CÁLCULO DE COSTOS MÉTODO ACTUAL

CÁLCULO DE NÚMERO DE VIAJES POR DÍA							CÁLCULO DE RENDIMIENTO						
Unidad de transporte	Tiempo de carga (TC)	Tiempo de ida (Trc)	Tiempo de descarga (TD)	Tiempo de vuelta (Trv)	Tiempo de ciclo (Tct)(m)	Nro de viajes/h	Tiempo de ciclo (Tct)(h)	Capacidad de Volquete (m3)	Capacidad de acarreo real (m3)	Rendimiento (m3/h)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento (m3/mes)	Rendimiento (m3/año)
UT-1	21.00	26.00	14.00	34.00	95.00	0.63	1.58	10.00	9.00	5.68	45.47	1091.37	13096.42
UT-2	15.00	34.00	12.00	24.00	85.00	0.71	1.42	10.00	11.00	7.76	62.12	1490.82	17889.88
UT-3	21.00	22.00	9.00	20.00	72.00	0.83	1.20	10.00	10.00	8.33	66.67	1600.00	19200.00
UT-4	19.00	26.00	8.00	23.00	76.00	0.79	1.27	10.00	8.00	6.32	50.53	1212.63	14551.58
UT-5	14.00	26.00	14.00	22.00	76.00	0.79	1.27	10.00	8.00	6.32	50.53	1212.63	14551.58
UT-6	15.00	32.00	15.00	29.00	91.00	0.66	1.52	8.00	9.00	5.93	47.47	1139.34	13672.09
UT-7	18.00	26.00	14.00	29.00	87.00	0.69	1.45	8.00	8.00	5.52	44.14	1059.31	12711.72
UT-8	17.00	23.00	9.00	32.00	81.00	0.74	1.35	8.00	9.00	6.67	53.33	1280.00	15360.00
UT-9	19.00	32.00	12.00	24.00	87.00	0.69	1.45	8.00	8.00	5.52	44.14	1059.31	12711.72
UT-10	20.00	31.00	14.00	32.00	97.00	0.62	1.62	8.00	7.00	4.33	34.64	831.34	9976.08
Media	17.90	27.80	12.10	26.90	84.70	0.71	1.41	9.00	8.70	6.24	49.90	1197.68	14372.11
						60.00						TOTAL	143721.08

CÁLCULO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE									COSTO DE OPERADOR				
Recorrido total (km)	Ratio de consumo (Lt x Km)	Combustible consumido (Lt)	Combustible por viaje (Lt/ciclo)	Combustible por jornada (Lt/día)	Consumo anual (Lt)	Consumo anual (Gal)	Costo por Galon (s/)	Costo anual de combustible (s/)	Costo por hora de operador (S/)	Horas totales de trabajo por día (h)	Costo diario de operador (S/)	Costo mensual de operador (S/)	Costo anual de operador (S/)
9.1	0.55	5.01	3.16	25.29	7283.07	1893.60	19.5	36925.14	30.00	8.00	240.00	5760.00	69120.00
9.3	0.55	5.12	3.61	28.88	8318.80	2162.89	19.5	42176.29	30.00	8.00	240.00	5760.00	69120.00
8.8	0.55	4.84	4.03	32.27	9292.80	2416.13	19.5	47114.50	30.00	8.00	240.00	5760.00	69120.00
8.9	0.55	4.90	3.86	30.92	8903.75	2314.97	19.5	45142.00	30.00	8.00	240.00	5760.00	69120.00
9.0	0.55	4.95	3.91	31.26	9003.79	2340.99	19.5	45649.21	30.00	8.00	240.00	5760.00	69120.00
9.1	0.60	5.46	3.60	28.80	8294.40	2156.54	19.5	42052.61	35.00	8.00	280.00	6720.00	80640.00
9.2	0.60	5.52	3.81	30.46	8771.09	2280.48	19.5	44469.42	35.00	8.00	280.00	6720.00	80640.00
8.9	0.60	5.34	3.96	31.64	9113.60	2369.54	19.5	46205.95	35.00	8.00	280.00	6720.00	80640.00
8.9	0.60	5.34	3.68	29.46	8485.08	2206.12	19.5	43019.33	35.00	8.00	280.00	6720.00	80640.00
8.8	0.60	5.28	3.27	26.13	7524.82	1956.45	19.5	38150.82	35.00	8.00	280.00	6720.00	80640.00
9.00	0.58	5.17	3.69	29.51	8499.12	2209.77	19.50	43090.53					

Resumen de costos Método Actual

Unidad de transporte	Costo anual de combustible (s/)	Costo anual de operador (S/)	Costo anual de mantenimiento (S/)	Unidad de transporte	Costo anual de transporte (S/)	Rendimiento (m3/año)	Costo por m3 de material	Beneficio anual	Utilidad anual
UT-1	S/ 36,925.14	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	UT-1	S/ 130,365.54	13096.42	S/ 185.00	S/ 2,422,837.89	S/ 2,292,472.35
UT-2	S/ 42,176.29	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	UT-2	S/ 135,616.69	17889.88	S/ 185.00	S/ 3,309,628.24	S/ 3,174,011.54
UT-3	S/ 47,114.50	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	UT-3	S/ 140,554.90	19200.00	S/ 185.00	S/ 3,552,000.00	S/ 3,411,445.10
UT-4	S/ 45,142.00	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	UT-4	S/ 138,582.40	14551.58	S/ 185.00	S/ 2,692,042.11	S/ 2,553,459.71
UT-5	S/ 45,649.21	S/ 69,120.00	S/ 24,320.40	UT-5	S/ 139,089.61	14551.58	S/ 185.00	S/ 2,692,042.11	S/ 2,552,952.49
UT-6	S/ 42,052.61	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	UT-6	S/ 147,013.01	13672.09	S/ 185.00	S/ 2,529,336.26	S/ 2,382,323.26
UT-7	S/ 44,469.42	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	UT-7	S/ 149,429.82	12711.72	S/ 185.00	S/ 2,351,668.97	S/ 2,202,239.14
UT-8	S/ 46,205.95	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	UT-8	S/ 151,166.35	15360.00	S/ 185.00	S/ 2,841,600.00	S/ 2,690,433.65
UT-9	S/ 43,019.33	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	UT-9	S/ 147,979.73	12711.72	S/ 185.00	S/ 2,351,668.97	S/ 2,203,689.23
UT-10	S/ 38,150.82	S/ 80,640.00	S/ 24,320.40	UT-10	S/ 143,111.22	9976.08	S/ 185.00	S/ 1,845,575.26	S/ 1,702,464.04
TOTAL	S/ 430,905.28	S/ 748,800.00	S/ 243,204.00	TOTAL	S/ 1,422,909.28	143721.08	S/ 1,850.00	S/ 26,588,399.79	S/ 25,165,490.51

ANEXO 14: CÁLCULO DE COSTOS MÉTODO ALTERNATIVO

CÁLCULO DE NÚMERO DE VIAJES POR DÍA							CÁLCULO DE RENDIMIENTO						
Unidad de transporte	Tiempo de carga (TC)	Tiempo de ida (Trc)	Tiempo de descarga (TD)	Tiempo de vuelta (Trv)	Tiempo de ciclo (Tct)	Nro de viajes/día	Tiempo de ciclo (Tct)(h)	Capacidad de Volquete (m3)	Capacidad de acarreo real (m3)	Rendimiento (m3/h)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento (m3/mes)	Rendimiento (m3/año)
UT-1	10.00	15.00	9.00	18.00	52.00	1.15	0.87	15.00	13.00	15.00	120.00	2880.00	34560.00
UT-2	15.00	20.00	11.00	16.00	62.00	0.97	1.03	15.00	15.00	14.52	116.13	2787.10	33445.16
UT-3	21.00	23.00	12.00	22.00	78.00	0.77	1.30	15.00	15.00	11.54	92.31	2215.38	26584.62
UT-4	19.00	23.00	9.00	19.00	70.00	0.86	1.17	15.00	16.00	13.71	109.71	2633.14	31597.71
UT-5	14.00	19.00	10.00	22.00	65.00	0.92	1.08	15.00	13.00	12.00	96.00	2304.00	27648.00
Media	15.80	20.00	10.20	19.40	65.40	0.93	1.09	15.00	14.40	13.35	106.83	2563.92	30767.10
						60.00						TOTAL	153835.49
									72.00	66.77	534.15	12819.62	153835.49

CÁLCULO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE									COSTO DE OPERADOR					
Recorrido total (km)	Ratio de consumo (Lt x Km)	Combustible consumido (Lt)	Combustible por viaje (Lt/ciclo)	Combustible por jornada (Lt/día)	Consumo anual (Lt)	Consumo anual (Gal)	Costo por Galón (s/)	Costo anual de combustible (s/)	Costo por hora de operador (S/)	Horas totales de trabajo por día (h)	Costo diario de operador (S/)	Costo mensual de operador (S/)	Costo anual de operador (S/)	
9.1	0.35	3.19	3.68	29.40	8467.20	2201.47	19.5	42928.70	38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00	
9.3	0.35	3.26	3.15	25.20	7257.60	1886.98	19.5	36796.03	38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00	
8.8	0.35	3.08	2.37	18.95	5458.71	1419.26	19.5	27675.65	38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00	
8.9	0.35	3.12	2.67	21.36	6151.68	1599.44	19.5	31189.02	38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00	
9.0	0.35	3.15	2.91	23.26	6699.32	1741.82	19.5	33965.57	38.00	8.00	304.00	7296.00	87552.00	
9.02		3.16	2.95	23.64	6806.90	1769.79	19.50	34510.99				TOTAL	437760.00	
								TOTAL						172554.97

Resumen de costos Método Alternativo

Unidad de transporte	Costo anual de combustible (s/)	Costo anual de operador (S/)	Costo anual de mantenimiento (S/)	Unidad de transporte	Costo anual de transporte (S/)	Rendimiento (m3/año)	Costo por m3 de material	Beneficio anual	Utilidad anual
UT-1	S/ 42,928.70	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	UT-1	S/ 172,570.90	34560.00	S/ 185.00	S/ 6,393,600.00	S/ 6,221,029.10
UT-2	S/ 36,796.03	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	UT-2	S/ 166,438.23	33445.16	S/ 185.00	S/ 6,187,354.84	S/ 6,020,916.61
UT-3	S/ 27,675.65	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	UT-3	S/ 157,317.85	26584.62	S/ 185.00	S/ 4,918,153.85	S/ 4,760,836.00
UT-4	S/ 31,189.02	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	UT-4	S/ 160,831.22	31597.71	S/ 185.00	S/ 5,845,577.14	S/ 5,684,745.93
UT-5	S/ 33,965.57	S/ 87,552.00	S/ 42,090.20	UT-5	S/ 163,607.77	27648.00	S/ 185.00	S/ 5,114,880.00	S/ 4,951,272.23
TOTAL	S/ 172,554.97	S/ 437,760.00	S/ 210,451.00	TOTAL	S/ 820,765.97	153835.49	S/ 925.00	S/ 28,459,565.83	S/ 27,638,799.86

Anexo 15.



Anexo 16





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Método alternativo para reducir costos de transporte de minerales de tajo a concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Fernández Valverde, Jordy Jimmy (Orcid: 0000-0002-4904-5256)

Tinoco Morales, Israel Eduardo (Orcid: 0000-0002-8478-2606)

- 13
- Download
- Info

Resumen de coincidencias

13 %

- 1 repositorio.ucv.edu.pe 9 %
- 2 repositorio.uss.edu.pe <1 %
- 3 alicia.concytec.gob.pe <1 %
- 4 hdl.handle.net <1 %
- 5 repositorio.unasam.ed... <1 %
- 6 statisticalatlas.com <1 %
- 7 www.7focus.com.br <1 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, FERNANDEZ VALVERDE JORDY JIMMY, TINOCO MORALES ISRAEL EDUARDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Método alternativo para reducir costos de transporte de minerales de tajo a concentradora: Mina Santa Lucía S.A.C. Vicos, Carhuaz, 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
ISRAEL EDUARDO TINOCO MORALES DNI: 71338753 ORCID 0000-0002-8478-2606	Firmado digitalmente por: IETINOCOT el 27-12-2021 17:39:38

Código documento Trilce: TRI - 0247288