



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“TRANSPORTE MINERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
CABLE CARRILES PARA REDUCIR COSTOS DE
ACARREO EN UNA EMPRESA MINERA DE ORO EN
SANTA CRUZ, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera de Minas

Autora:

Claudia Lileht Toledo Revilla

Asesor:

Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a Dios, por estar presente en cada instante de mi vida, ya que a él le debo mi existencia.

A mis padres, hermanos, amigos por el apoyo y aliento durante el transcurso de esta investigación, se hace llegar el cariño y aprecio a cada uno de ellos.

Claudia Lileht Toledo Revilla

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, ya que por el existimos.

Agradecer también a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional; a los amigos que siempre están dispuestos; al asesor Elmer Ovidio Luque, que con sus consejos y sugerencias se hace posible esta investigación.

Claudia Lileht Toledo Revilla

Tabla de contenidos

AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	17
1.4. Hipótesis.....	17
CAPÍTULO II. MÉTODO	19
2.1. Tipo de investigación	19
2.2. Población y muestra	20
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
2.4. Procedimiento	21
2.5. Método de análisis de datos.	21
2.6. Aspectos Éticos.....	22
CAPÍTULO III. RESULTADOS	23
3.1. Resultados del transporte que se utiliza actualmente en la empresa minera.....	23
3.2. Sistema de transporte de mineral por cable carril	25
3.3. Resultados del costo actual que se emplea para el transporte de mineral	33
3.4. Resultados del costo de aplicación de cable carriles	37
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	40
4.1. Discusión.....	40
4.2. Conclusiones	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Mano de obra actual	24
Tabla 2: Mano de obra propuesto.....	25
Tabla 3: Costo de mantenimiento.....	32
Tabla 4: Costo de alquiler de maquinaria pesada.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5: Rendimiento de equipo	34
Tabla 6: Costo de mano de obra actuales	35
Tabla 7: Costos totales actuales.....	36
Tabla 8: Costos de componentes	37
Tabla 9: Costos de mano de obra de construcción	37
Tabla 10: Costos de mano de obra civil.	38
Tabla 11: Costos extras	38
Tabla 12: Costos fijos mensuales de mantenimiento de cable carriles.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cable carril	12
Figura 2: Partes de un cable carril.....	12

RESUMEN

En la actualidad la industria minera es un pilar para la economía del país, ya que representa un porcentaje importante en el ingreso económico, por lo tanto, teniendo en cuenta que hoy en día el método que se utiliza para el transporte de mineral en Cajamarca generalmente es con camión volquete y por lo accidentada que es geografía y urografía hace que este tipo de traslado de mineral sea dificultoso y demande de gastos extras; por tal motivo se ha visto conveniente realizar el estudio de transporte de mineral a través de la aplicación cable carriles para reducir costos de acarreo en una empresa minera de oro en Santa Cruz; en el desarrollo de la presente investigación, se analizaron estudios teóricos y prácticos, así como también visitas técnicas al lugar para analizar datos, obteniendo como resultado la viabilidad del proyecto planteado, la limitación que se presentó fue no hallar información teórica en el idioma español y la situación mundial en la que nos encontramos. Se llegó a la conclusión que aplicar cable carriles en el transporte minero de dicha empresa es una buena alternativa para economizar costos, por su rápida aplicación y uso.

Palabras clave: (Cable carril, transporte, minería.)

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El presente trabajo de investigación se desarrolló debido a que la empresa minera de oro, realiza la operación de transporte de mineral a través de carros mineros, dicha empresa cuenta con una eficiencia de 85 % de recuperación de ley, del total de la extracción, además de producir en un principio de 20 a 25 Toneladas por día, y a la actualidad obtiene una extracción de 50 toneladas por día Carranza & Quispe (2015). La aplicación del método de transporte a través de cable carriles permitirá su optimización a un promedio de 100 toneladas por día, aprovechando la geografía y urografía de la zona.

Stáble, et al. (2019). En su documento de conferencia titulado “Caracterización fisicoquímica de escorias producidas en Santa Florentina (Chilecito, La Rioja)” menciona que durante la extracción de cobre, oro y plata a partir de minerales de La Mejicana. In V Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería (La Plata, 2019). Indican que en el establecimiento Santa Florentina (~1410 msnm), hoy en ruinas, está ubicado a 25,4 km del yacimiento y a 8,9 km de Chilecito (~1075 msnm) en dirección opuesta. El transporte de materiales en ambos sentidos se hacía valiéndose de un cable carril construido a tal efecto e inaugurado el 1-1-1905.

El transporte de mineral a través de cable carriles se viene utilizando en varios países, así lo menciona Alfonso Orro Arcay en su libro titulado “Transporte por Cable. España: Tórculos Artes Gráficas.”, expresa que en diversos países utilizan teleférico transportador de mineral para solucionar problemas de carguío y acarreo como en una pequeña ciudad llamada Apiaí, ubicada a unas cuantas horas de Sao Paulo, Brasil, los lugareños viven gracias al trabajo que realizan en una planta procesadora de cemento, en la cual transportan dicho material desde la plana de explotación hasta la planta de procesos por un teleférico para no

interrumpir ni ser interrumpidos por el transporte que diariamente recorren esas zonas. (Orro, 2003).

Gianni Albán Rivera en su estudio de titulado “Pre factibilidad técnica y económica del transporte por cable aéreo. Chile”. Indican que, en Isère, departamento francés, utilizan teleférico para transportar cemento de un lugar a otro, pues las zonas de explotación y procesos están separadas por carreteras, haciendo que el traslado de mineral por carretera sea imposible, así que aplicaron el método de traslado de mineral por teleférico, así que este método sea uno de los más importantes en ese lugar. (Albán, 2005)

Del Águila (2015). En sus precisiones respecto a la actividad minera “Concesión minera: ¿Derecho de naturaleza real o habilitación de actividad minera?”. Menciona que, el artículo 22 de la LGM define al “Transporte minero” como “(…) todo sistema utilizado para el transporte masivo continuo de productos minerales, por métodos no convencionales.”; entre dichos sistemas se pueden utilizar: (i) las fajas transportadoras, (ii) tuberías o (iii) cable carriles.

Según Cesar Augusto Marín Aguilar su tesis titulada “Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcillas al utilizar un diseño de lastre adecuado, minera Yanacocha, Perú, 2015”. Indica que en Perú ya se está comenzando a utilizar este tipo de transporte para el mineral como en el centro minero La Oroya, ubicada en la provincia de Yauli en donde se ha instalado un teleférico mono cable con pinzas fijas reduciendo el tiempo de traslado de mineral, por último, señalan que, así como estos lugares, también existen varios lugares que lo utilizan o están analizando utilizarlo en los siguientes años venideros. (Marín, 2015).

La Embajada de la Republica Checa en Lima (2017) en una nota publicada en el Diario “El Comercio” indica que se presentaron dos empresas Checas Ferrit y Eutit, fabricantes de equipos y materiales mineros, en un evento donde la las empresas presentaron ante los

directivos del sector minero peruano su alto nivel industrial , como tal, produce tecnologías de alta calidad para el sector minero, incluyendo maquinaria, sistemas de transporte y logística, así como materiales para la construcción de minas; como teleférico de minas, telesillas, cortadoras de arcos metálicos, elaboración de proyectos de sistemas completos del transporte, propuestas de nudos de transporte en el interior de la mina, estaciones de servicio en minas, mostrando así su interés por trabajar en nuestro país.

Por otro lado Jenner Julcapoma y José Raico, en su tesis titulada “Estudio del sistema de transporte por cable carril y su optimización en la concesión Juana, Hualgayoc, Cajamarca, Octubre 2015”, Hace mención que el transporte por cable es muy útil para el transporte cuando existen desniveles en la geografía u orografía, abarca el transporte de personas, como en el turismo; transporte de material; como en la minería, transporte de mercancía; como en el comercio; deporte; como en el transporte de alquimistas al lugar de partida; etc. señalan que este método de transporte es muy importante ya que reduce el tiempo de traslado de material y personal, ya que no realiza curvas como en las carreteras, así como también permite unir dos puntos que son imposibles de alcanzar o que demanda mucho tiempo, como los altibajos como los que presenta la geografía peruana. (Julcapoma & Raico,2015).

La importancia de esta investigación radica en la aplicación de cable carriles en el transporte minero para reducir costos de acarreo en una empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca, aprovechando la geografía y urografía de la zona, ya que el transporte en camiones volquetes demanda de mucho tiempo y dinero, como el tiempo que se transcurre en los largos tramos para transportar el mineral, mantenimiento de los vehículos utilizados, costos en mano de obra, etc., y como conocemos que el ahorro de recursos financieros en las empresas mineras en el mencionado proceso es sumamente importante debido a que permiten la conservación del movimiento económico empresarial. Por tal motivo buscando

de esta manera reducir el tiempo de transporte, evitando paradas innecesarias; economizando costos en alquiler de camiones volquetes y mano de obra, etc.

En la geología regional, se sitúa sobre una secuencia especialmente de rocas volcánicas continentales, de formación lávico y clástico, cuya constitución es andesitas a riolitas y son distinguidas como Formación Llama del Terciario inferior (Miembro inferior del Grupo Calipuy) y Formación Huambos del Terciario superior. Guevara (1985). El cimiento del pilar lito estratigráfica, está formada por unidades sedimentarias, constituidas por las formaciones Chimú, Inca y Pariatambo del Cretáceo inferior a medio.

En la geología local, según la página oficial del MINEM, Vol. II, Línea Base, menciona que las peculiaridades del basamento rocoso de la zona de investigación, se muestran dos eventos tectónicos que han dado lugar al emplazamiento de las unidades estratigráficas presentes. El inicial evento tectónico pre-terciario es un movimiento compresivo, que ha inducido al plegamiento de las rocas cretácicas, las cuales fueron erosionadas previo a que se situara la formación Llama de edad terciaria. El secundario evento tectónico es un movimiento de compresión y distensión que ocasionó una falla profunda de rumbo NW - SE, que ha dominado el magmatismo cenozoico.

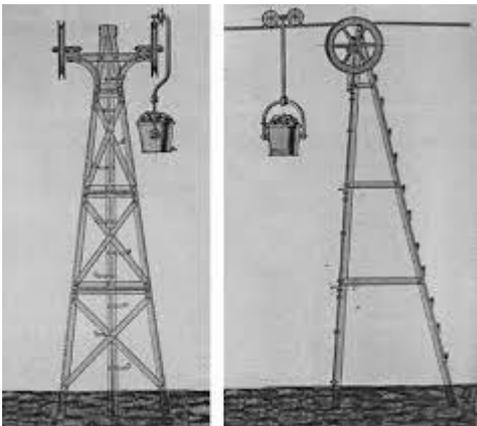
De la misma manera la página oficial del MINEM, Vol. II, Línea Base, señala que la mineralización y geología económica del depósito minero está compuesto por vías de vetas de cuarzos, calcita y baritina con peculiaridades de mineralogía y termométricas de un sistema tipo epitermal de baja sulfuración. La mineralización está compuesta por dispersión de pirita fina con inserciones de oro, galena y esfalerita, oro libre en cuarzo, hematina; goetita, argentita, sulfosales de plata y óxidos de manganeso. Las características del cuarzo cambian de hialino, blanco, gris y calcedónico, cuyo acontecimiento tiene conexión a una zona termométrica.. En el proyecto se han definido 6 vetas principales: Diana, Maribel, Rosa Victoria, Amelia, Juana Sofía y Milagros.

Para comprender mejor la problemática expuesta anteriormente es necesario conocer algunos conceptos básicos, que se explican a continuación.

Según la Real Academia de Ingeniería (2017), cable carril es un sistema de transporte que emplea un cable para transportar cabinas a una determinada velocidad.

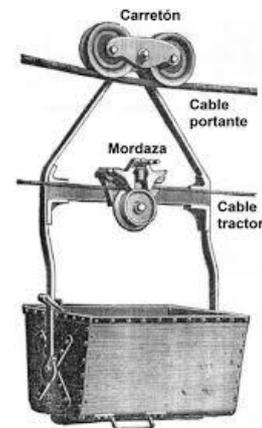
De acuerdo a Mejía (2011). En su tesis “Diseño y construcción de un sistema de transporte de carga por medio de cables para topografía de gran pendiente”, menciona que cable carril es el cable que se encarga de soportar el peso tanto del vehículo como el de su carga y también sirve de guía al recorrido de este. Se encuentra fijo y anclado en sus dos extremos, puede ir apoyado a lo largo del recorrido dependiendo de la topografía para así evitar grandes deflexiones que impida el desplazamiento correcto del vehículo.

Figura 2: Cable carril



Fuente: Dialnet

Figura 1: Partes de un cable carril.



Fuente: Dialnet

Según Jenner Julcapoma y José Raico en su tesis titulada “Estudio del sistema de transporte por cable carril y su optimización en la concesión Juana, Hualgayoc, Cajamarca. Octubre 2015”. Mencionan que su construcción y funcionamiento consiste en un cable de acero suspendidos mediante torres denominadas “de apoyo”, en algunos casos de más de 40 m de altura. Uno de los extremos del cable está anclado, mientras que del otro pende un contrapeso de hasta 20000 para mantener su tensión. Sobre este cable denominado “cable

portador” se encuentran suspendidas las vagonetas, mediante dos ruedas acanaladas. Estas vagonetas llevan debajo de su apoyo una mordaza o quijada movable, la cual, mediante un dispositivo especial, se abre o se cierra automáticamente. Debajo del cable portador, se encuentra colocado otro cable de acero de menor diámetro, “el cable tractor”, el que se extiende de una estación a otra y es accionado por un motor a vapor, a velocidad constante. En las estaciones las vagonetas descansan y corren sobre rieles fijos. Para ponerlas en movimiento se necesita un hombre llamado “largador” quien toma una vagoneta y la empuja hacia el lado de la salida de la estación, imprimiéndole paulatinamente una velocidad igual a la del cable tractor, que se encuentra en marcha permanente. Simultánea y automáticamente, al efectuarse esto se abre la mordaza de la vagoneta al pasar por un aparato acoplador, que hace que entre el cable en la misma. Una vez ocurrido esto se cierra automáticamente, prendiéndose firmemente del cable tractor, arrastrándose por consiguiente la vagoneta, hasta la estación próxima. Aquí se repite la misma operación, pero a la inversa: “el receptor” ahora recibe la vagoneta, esta se libra automáticamente del cable tractor – siempre en marcha- y es llevada por el hombre al otro extremo de la estación, entregándola nuevamente al otro “largador” y así respectivamente. (Julcapoma & Raico, 2015).

A continuación, se mencionan los tipos de cable y su dimensionamiento para sistemas de transporte tipo teleférico.

- Tipos de cables y su uso.

Según Mejía (2011). Los cables carril son de alma de acero, cerrados y no tienen empalmes. En algunas ocasiones se utilizan cables anti giratorios. Mientras que los cables tractores, los cables de transporte y el contra cables son de acero de tipo flexible de cordones y galvanizados y con arrollamiento de igual paso. Los

cables de tensión son especialmente flexibles, no siendo de capas múltiples de cordones salvo en el caso del uso de poleas de gran diámetro o trenes de rodillos.

- Dimensiones de cables.

Coeficiente de seguridad: La solicitación máxima del cable debe ser inferior a cierto límite, más allá del cual la duración del cable se pone en peligro. Para prevenir este riesgo se adopta una carga de trabajo que viene determinada por el resultado de dividir la carga de ruptura real del cable por el coeficiente de seguridad, que la experiencia ha sancionado como el más adecuado para cada aplicación. (Mejía, 2011).

Esfuerzo de tracción: Las cargas que se consideran para calcular el esfuerzo máximo de tracción son las siguientes:

✓ Carril

Contrapesos (tensión de base).

Esfuerzo debido al peso propio del cable.

Rozamiento en los apoyos sobre las zapatas ($\mu = 0,1$ a $0,15$). Rozamiento de los trenes de rodillos.

Esfuerzos adicionales en caso de anclaje fijo.

Esfuerzos de frenada ejercidos por el freno del carretón.

✓ Cable motor o motriz

Contrapesos (tensión de base).

Esfuerzo debido al peso propio del cable.

Influencia debida a los vehículos cargados.

Rozamiento mínimo entre cable y vehículos: $\mu = 0,02$ ($\mu = 0,028$ para mono cables).

Fuerzas de frenada y aceleración

Las ventajas de utilizar cable carriles.

Minimizar la cantidad de obstáculos en el transcurso del transporte.

Al ser construidas en líneas rectas, el tiempo de transporte y distancias se acortarían.

Su mantenimiento es de bajo costo y tiene larga durabilidad.

El cambio de clima no afecta la operabilidad.

Zurita (2019). En el artículo titulado “El Transporte en la minería”, indica que el transporte minero articula no solo a una disposición en la misma, sino también a un destacamento de seguridad, desarrollo sostenible y tolerancia con el medio ambiente.

Así mismo, Zurita (2019). En su mismo artículo denominado “El Transporte en la minería”; menciona que, desde los inicios de la minería en el Perú, el transporte ha sido una parte fundamental para el progreso de este sector; comenzando por las grandes cargas, luego por las carretas o vías, hasta llegar a modernos tractos remolcadores siempre con el propósito de transportar oportunamente los materiales, insumos y los minerales terminados. Actualmente, el transporte es un factor esencial para ofrecer la continuación de las operaciones puesto que, el suministro permanente de insumos, materiales y equipos relaciona en forma directa a los procesos mineros, teniendo siempre en cuenta conservar altos estándares de seguridad y tolerancia por el medio ambiente.

También Zurita (2019). En su mismo artículo “El Transporte en la minería”, señala que, en el mundo de la industria minera la economía juega un papel fundamental; es por eso, el transporte es uno de los puntos esenciales en la complacencia del cliente y por tanto, un rubro de actividad en sí mismo que hoy, en el mundo globalizado que vivimos, forma parte

fundamental de los sistemas logísticos que efectúan las industrias de los más diversas esferas para hacer llegar sus servicios a los mercados, lo que obviamente tiene también un costo.

Según el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, (2018). En el Congreso Internacional de Gestión Minera, indica que el gasto del transporte en minería representa hasta un 44 % de todo el costo logístico desde el 2010. Los incidentes son frecuentes en el sector minero, y no solo provocan pérdidas económicas, sino que perjudican la imagen de la compañía, impactan al medio ambiente y afectan la calidad de vida de las localidades aledañas.

Por otro lado, Zurita (2019). En su artículo titulado “El Transporte en la minería”, menciona que para llegar a los lugares más alejados al interior del país, es necesario camiones que brinden seguridad, confianza, flexibilidad y facilidad de manejo. La tecnología ayuda en este punto, pues asegura a los operadores del transporte la oportunidad de estudiar datos sobre el tiempo real, la distancia, las circunstancias en relación a peso y capacidad. Por consecuencia de los diversos obstáculos, que se enfrenta en el transporte minero, principalmente en la sierra peruana, se ha transformado en un auténtico reto efectuar dicha operación, por tal motivo implica de especial interés aplicar otro tipo de transporte minero que permita disminuir el tiempo perdido por los obstáculos de las carreras, y de esta manera también sacar un beneficio.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo aplicar cable carriles en el transporte minero, para reducir costos de acarreo, en una empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aplicar cable carriles en el transporte minero para reducir costo de acarreo en una empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las características del transporte minero que se emplea actualmente en la empresa minera de oro en Santa Cruz
- Analizar las características del transporte minero mediante la aplicación de cable carriles en una empresa minera de oro en Santa Cruz.
- Calcular el costo actual del transporte de mineral en una empresa minera de oro en Santa Cruz.
- Analizar el costo que demandaría aplicar el sistema de transporte por cable carriles en una empresa minera de oro en Santa Cruz.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al aplicar un nuevo sistema de transporte por cable carriles se podrá lograr reducir costos en acarreo en una empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El transporte minero actual en una empresa minera de oro en Santa Cruz, año 2022, se realiza con camión volquete, por lo que realizar dicha operación demanda de mayores costos.
- Al aplicar cable carriles en el transporte minero se estaría ahorrando tiempo y dinero, por consiguiente, se estaría optimizando el transporte.

- El costo actual del transporte de mineral en una empresa minera de oro en Santa Cruz, año 2022, es muy elevado, debido a factores climatológicos, mano de obra, mantenimiento, etc.
- El costo que demandaría aplicar el sistema de transporte por cable sería mucho menor que la actual, pues se ahorraría dinero en mano de obra, el mantenimiento para este sistema es económico y tiene un periodo largo de vida útil.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

El enfoque de la presente investigación es Aplicada, No experimental con diseño descriptivo. Es descriptivo porque describe las características de la zona, en una situación temporal y de lugar determinada.

Vargas (2009), docente de la maestría en Orientación de la Universidad de Costa Rica, señala que el tipo de investigación aplicada se centra en el análisis y solución de problemas de varias índoles de la vida real, así como también se nutre de avances científicos y se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos. Indica que el tipo de investigación Aplicada es una forma de conocer las realidades con una prueba científica; requiere obligatoriamente de un marco teórico, sobre el cual se basará para generar una solución al problema específico que se quiera resolver.

Hernández (2012) indican que, "La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos".

Según Tamayo (2019). La investigación descriptiva busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones. Con mucha frecuencia las descripciones se hacen por encuestas (estudios por encuestas), aunque éstas también pueden servir para probar hipótesis específicas y poner a prueba explicaciones.

2.2. Población y muestra

En población: El sistema de transporte de minerales por métodos no convencionales.

En muestra: El acarreo de mineral mediante cable carriles.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizó a través de las siguientes técnicas.

- Análisis documental: Se realizó la recolección de información del área de estudio para su descripción
- Análisis e interpretación de un conjunto de fuentes bibliográficas tanto físicas como electrónicas (estadísticas, libros, investigaciones, manuales, tesis, etc.) publicadas por instituciones internacionales, nacionales y a nivel local.
- Recuperación de información: Se buscó la información sobre el tema de estudio, para análisis, interpretación y su posterior recuperación de un conjunto de fuentes físicas y virtuales.
- Investigación bibliográfica: Se realizó una búsqueda científica, de manera física y virtual, de investigaciones similares a la que estamos desarrollando, para obtener información de fuentes fidedignas
- Teoría fundamentada: Se realizó búsquedas a documentos, que estén comprobados científicamente para no incurrir en información o datos erróneos.

Los instrumentos que se utilizaron fueron:

- GPS topográfico; para el reconocimiento de la geología y urología de la zona.
- Brújula
- Hojas de cálculo; para realizar el análisis de hojas de cálculo de las dimensiones, factor de seguridad con respecto a cables (cable motriz, cable carril o cable grúa),

tensiones producidas en soportes, capacidad máxima de jaula, tiempo de traslado y cargas de viento producidas en su recorrido.

- Técnicas e instrumentos de análisis de datos.
- Para realizar el análisis de datos se realizó a través de hojas de cálculo, y para la construcción de planos se utilizó ArcGIS y AutoCAD.

2.4. Procedimiento

- Durante la primera etapa, se recogió la información topográfica e información geológica del área en estudio, también a través de pruebas de laboratorio se determinó las propiedades físicas y mecánicas de la roca intacta y macizo rocoso; es decir la resistencia compresiva uniaxial de la roca intacta en laboratorio
- En la segunda etapa y con la información recolectada, se construyó tablas lo cual facilitó la gestión de información y contener una base de datos eficiente el cual permitió la incorporación de nueva información.
- Finalmente se realizó una evaluación de la aplicación de cable carriles en el transporte minero para reducir costos en acarreo en una empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca.

2.5. Método de análisis de datos.

La investigación es de nivel transeccional, tipo de investigación básica, con diseño descriptivo, por lo que, en el periodo de investigación, el análisis de la información se realizó mediante procesos lógicos para la obtención de conocimientos válidos

- En primer lugar, se recopiló toda la información que creamos necesaria utilizando las palabras clave, así como también se visitó el lugar de estudio, para tener una mejor perspectiva del lugar.

- En segundo lugar, se revisó los temas provenientes de fuentes confiables, comprobados científicamente y que hayan tenido relación con nuestro tema de investigación.
- Posteriormente se seleccionó toda información con mayor similitud a nuestro trabajo de investigación.
- Finalmente, al tener nuestra información seleccionada, recuperamos información y lo plasmamos de manera adecuada al tema de nuestra investigación, obteniendo la determinación de la viabilidad del proyecto propuesto.

2.6. Aspectos Éticos.

Los aspectos éticos en la presente investigación están guiados por el Código de Ética del Investigador Científico UPN; sujeto a sus Valores y Principios, Disposiciones para la Investigación, Disposiciones Complementarias sobre la materia; por tal motivo se va a garantizar el respeto por los trabajadores, el bienestar de los participantes en el estudio, así como creencias y costumbres de los pobladores.

Así mismo, también se va a garantizar la salud de los trabajadores, manteniendo, así como también el cuidado del medio ambiente de tal manera que se pueda preservar la naturaleza como la flora y fauna local.

La extracción de minerales en los diversos proyectos mineros de la región y país en general, se trabaja minuciosamente en el cuidado ambiental y las buenas relaciones sociales con la población aledaña, de tal manera, con la aplicación del transporte de mineral a través cable carriles evitamos toda índole perjudicial.

Del mismo modo teniendo consideración por la propiedad intelectual, al citar fuentes que fueron importantes en la presente investigación y haciendo un uso sensato y respetuoso de las opiniones y trabajos que anteceden al nuestro.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados del transporte que se utiliza actualmente en la empresa minera

A. Carguío

Para las operaciones de carguío de mineral se hace mediante la utilización de equipo pesado como: excavadoras y cargadores frontales.

Estas maquinarias pesadas tienen la labor de cargar volquetes con capacidades de 15 m³ y 20 m³. Los equipos de carguío son:

- Cargador frontal CAT 992 con capacidad de 10.0 m³.
- Excavadoras CAT 345 con capacidad de 2.2 m³.
- Cargador frontal CAT 966 con capacidad de 4.5 m³.

B. Acarreo

Para realizar la operación de transporte de mineral se re hace mediante la utilización de camiones con capacidad de 22.5 m³ para transportar el mineral de la planta de explotación hasta la planta de procesos. Para el transporte de mineral se utilizan los siguientes equipos

- Volquetes operativos para mineral
- Volquetes en Stand By

C. Servicios auxiliares

Son los equipos que son necesarios para brindar apoyo extra a las labores de carguío y acarreo, como limpieza de carretera, limpieza de bermas, humedeciendo de carreteras, iluminaria, etc. Lo equipos que se utilizan son:

- Tractor Oruga CAT modelo D8R
- Motoniveladora Champions modelo 720
- Luminarias

- Cisterna para regar vías
- Cisterna de Combustible

D. Mano de obra

La cantidad de personas que trabajan por ciclo carguío y acarreo son los siguientes:

Tabla 1

Mano de obra actual

EQUIPO	PERSONAL
Cargador frontal CAT 992 con capacidad de 10.0 m3.	1
Excavadoras CAT 345 con capacidad de 2.2 m3.	1
Cargador frontal CAT 966 con capacidad de 4.5 m3.	1
Volquetes operativos para mineral	5
Tractor Oruga CAT modelo D8R	1
Motoniveladora Champions modelo 720	1
Luminarias	1
Cisterna para regar vías	1
Cisterna de Combustible	1
Total	13

Nota: El cuadro muestra la cantidad de mano de obra actual utilizada en un ciclo de carguío y acarreo en la empresa minera.

3.2. Sistema de transporte de mineral por cable carril

A. Mano de obra

La mano de obra es indispensable en el sector minero, puesto que a través de ello se realizará el carguío del mineral en el punto inicial, desde el suelo hasta las jaulas transportadoras de mineral. De la misma manera será necesario para realizar la descarga del mismo al momento de llegar al punto final

Durante de ese proceso será necesario cuatro personas para el carguío y cuatro personas para la descarga de mineral.

Tabla 2

Mano de obra propuesto

OPERACIÓN	PERSONAL
Carguío	4 und
Acarreo	4 und

Nota: El cuadro muestra la cantidad de mano de obra de personal que será necesario en el sistema de transporte propuesto.

B. Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas que se utilizarán los trabajadores durante el proceso de carguío y descarga de mineral serán los siguientes:

- Casco de seguridad
- chaleco reflectante
- Lentes protectores de polvo
- Guantes de seguridad
- Respirador
- Zapatos punta de acero.

C. Resultado del cálculo de tiempo del traslado de mineral

Para la aplicación de cable carriles se debe de construir lo siguiente:

- Para construir el perímetro y con el propósito de ofrecer seguridad al personal encargado del carguío y descargue de mineral se construirá el cerramiento utilizando utilidades como tubo y malla galvanizada h.g. \varnothing 2" h=2.50m, asimismo instalaremos mallas de seguridad de una distancia 16 metros lineales de perímetro de la zona del carguío, colocando 8 postes de tubo galvanizado.
- Los parámetros del diseño son los siguientes:

Tabla 3

Coordenadas de las estaciones de acarreo de mineral

PUNTO	X(ESTE)	Y(NORTE)	ALTURA
SALIDA(E1)	714347	9267593	3970
SALIDA(E2)	714362	9267859	3970
LLEGADA(E3)	712083.47	9268001	1510
LLEGADA(E4)	712092.46	9268238	1510

Nota: El cuadro muestra las coordenadas de acarreo de mineral, teniendo 2 puntos de salida y 2 de llegada.

- Para la resolución de la luz y la pendiente para el tramo ubicado entre la estación (E1) y (E3).

$$d = \sqrt{((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2)} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

d: Luz del tramo

x1: Coordenada x del punto 1

x_2 : Coordenada x del punto 2

y_1 : Coordenada y del punto 1

y_2 : Coordenada y del punto 2

Entonces:

$$d = \sqrt{((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2)}$$

$$d = \sqrt{((712083.47 - 714347)^2 + (9268001 - 9267593)^2)}$$

$$d = \sqrt{5123568.061 + 166464}$$

$$d = 2300.00697$$

- Para la resolución de la luz y la pendiente para el tramo ubicado entre la estación (E2) y (E4).

- $d = \sqrt{((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2)}$

- $d = \sqrt{((712092.46 - 714362)^2 + (9268238 - 9267859)^2)}$

- $d = \sqrt{5150811.812 + 143641}$

- $d = 2300.967799$

- Para determinar la pendiente se emplea la siguiente ecuación:

$$m = \tan \phi = \frac{h_2 - h_1}{d} \quad [\text{Ec.2}]$$

Donde:

m : Pendiente del tramo

ϕ : Ángulo de inclinación del tramo, en grados.

h_1 : Altura del punto 1

h_2 : Altura del punto 2

Pendiente 1

$$m = \tan \phi = \frac{1510-3970}{2300.00697}$$

$$m = \tan \phi = -1.069561976$$

$$\phi = \text{arc. tan}-0.818997446$$

$$\phi = 46^{\circ}55'30''$$

Pendiente 2

$$m = \tan \phi = \frac{1510-3970}{2300.967799}$$

$$m = \tan \phi = -1.069115353$$

$$\phi = \text{arc. tan}-0.818789083$$

$$\phi = 46^{\circ}54'47''$$

Tabla 4

Estaciones

TRAMO	d (m)	M	ϕ
E1 – E3	2300.00697	-0.8190	46°55'30''
E2 – E4	2300.967799	-0.8188	46°54'47''

Nota: El cuadro muestra la luz, pendientes y ángulo de inclinación de cada tramo.

- Para la determinación el tiempo aproximado de la jaula con carga empezamos la siguiente ecuación hallaremos del tiempo.

$$d = v.t \text{ [Ec. 3]}$$

$$t = \frac{d}{v}$$

Donde:

d: distancia entre soportes (E1 – E3) y (E2 – E4)

v: velocidad de jaula con carga

t: tiempo estimado de transporte (E1 – E3) y (E2 – E4)

Tiempo para tramo 1

$$t = \frac{2300.00697 \text{ m}}{47.99 \text{ m/s}} = 47.92 \text{ s, por lo tanto, } t = 0.798702402 \text{ min}$$

Tiempo para tramo 2

$$t = \frac{2300.967799 \text{ m}}{47.98 \text{ m/s}} = 50.1912054 \text{ s, por lo tanto, } t = 0.83652009 \text{ min}$$

El tiempo de carga del mineral hacia la jaula es de 5 min. por lo tanto, el tiempo sería:

$$T1 = 5.799 \text{ min.}$$

$$T2 = 5.837 \text{ min}$$

Para el diseño del sistema de carga se han fijado las siguientes medidas para las jaulas:

- Largo: 2.00 m
- Ancho: 1.00 m
- Altura total: 2.00 m
- Altura de carga: 1.80 m

La capacidad de jaulas en volumen se calculará con la siguiente ecuación:

$$V = L \cdot A \cdot H \text{ [Ec. 4]}$$

Donde:

V: Volumen de jaula, en m³

L: longitud mayor de jaula, en metros (m)

A: Ancho de jaula, en metros (m) H: Altura de jaula, en metros (m) El valor de la capacidad en m³ de la jaula será:

$$V = 2m \times 1m \times 1.80m = 3.6 \text{ m}^3$$

La capacidad máxima de la jaula en Kg se calculará con la siguiente ecuación:

$$m = V \cdot \rho \text{ [Ec. 2.5]}$$

Donde:

ρ : Densidad del carbón (mineral explotado), en kg/m³

m : Masa del carbón (mineral explotado), en kg

V : Volumen que ocupa el carbón (mineral explotado), en m³

$$m = V \cdot \rho$$

$$m = 3.6 \cdot 578 \text{ kg/m}$$

$$m = 2080.8 \text{ Kg}$$

Por ende, la cabida de cada jaula es de 2080.8 Kg y el peso de cada jaula es de 200 Kg; es decir el peso total de carga sobre el cable es de 2280.8 Kg.

Las cargas de la estructura sobre la estructura de la jaula se calcularán de la siguiente manera:

$$P_w = \frac{V_w^2}{16}$$

Donde:

P_w : Presión de viento, en kg/m²

V_w : Velocidad del viento, en m/s

En tanto que la fuerza que se genera sobre la estructura de la cabina debido a la presión del viento será:

$$F_w = P_w \cdot A$$

Donde:

F_w : Fuerza que genera el viento sobre la estructura de la jaula, en kg.

A : Área de la jaula perpendicular a la dirección del viento, en m²

La velocidad máxima registrada en los últimos 5 años según el SENAMI es de 50 Km/h o 13.88 m/s.

$$Pw = \frac{13.88^2}{16} = 12.05632716 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

El área de la jaula con carga corresponde a un rectángulo de dimensiones 1.20m x 0.50m, se tiene que la fuerza de viento generada es:

$$Fw = 12.05632716 \times 2 \times 1$$

$$Fw = 24.11265432 \text{ kg}$$

El tiempo del traslado de mineral se realizó mediante la ecuación 3; en donde se calculó el tiempo de traslado del mineral explotado desde el inicio del carguío, hasta la descarga; obteniendo un tiempo de 5.799 min.

Por lo tanto, en una hora de trabajo se realizará 10 recorridos. La cantidad de carga en toneladas en cada recorrido es de 2080.8 Kg la cual es equivalente a 2.0808Toneladas.

D. Ciclo de traslado de mineral

El ciclo inicia con el cargado de mineral del suelo a la jaula en la estación N°1, lugar donde se aloja al mineral explotado; mientras que, en el otro lado, en la estación N°2 se encuentra la jaula vacía a la espera de que sea jalada por la jaula cargada, aprovechando el ángulo de inclinación de la zona, y así poder repetir el ciclo de trabajo.

E. Los costos del mantenimiento de cable carriles

Tabla 5

Costo de mantenimiento

COSTO CON CABLE CARRILES			
Actividades	Frecuencia	Costo	Costo/año
Mantenimiento de cable carriles	7 días	S/ 12.00	S/ 1251.43
Cambio de zapatas de freno	1 año	S/ 50.00	S/ 50.00
Costo total			S/ 1301.43

Nota: En cuadro muestra el costo de mantenimiento de cable carriles para el sistema propuesto obteniendo como resultado 1301.43 soles anuales.

F. Vida Útil del cable carril

Según la Norma E. 060 de Concreto Armado, indica que las construcciones, cubiertas, entrepisos de perfiles de acero, tienen aproximadamente una duración de 80 años, dependiendo del uso y mantenimiento del mismo.

a. Durabilidad.

Monjo, J. (2007). Sostiene que durabilidad es capacidad de un elemento constructivo de mantener sus características fisicoquímicas sin alterar durante su vida útil, mientras está expuesto a las acciones externas previsibles. Los agentes que pueden disminuir la durabilidad del hormigón y acero son muchos, pero se clasifican en agentes mecánicos como sobrecargas y vibraciones, físicos como temperatura y fuego, biológicos como microorganismos y vegetación, químicos como terrenos de sulfatos, productos químicos industriales.

3.3. Resultados del costo actual que se emplea para el transporte de mineral

A. Costos en alquiler de equipos

El costo actual que se emplea para el transporte de mineral en la empresa minera de oro es equipos de alquileres es el siguiente:

Tabla 6

Costo de alquiler de maquinaria pesada

MAQUINARIA	CANT	HORAS	COSTO/ H	SUBTOTAL
Volquetes operativos para mineral	1	1.76702813	1800	3180.650634
Volquetes en Stand By	1	1.76702813	1800	3180.650634
Tractor Oruga CAT modelo D8R	1	1.76702813	1200	2120.433756
Motoniveladora Champions modelo 720	1	1.76702813	1200	2120.433756
Luminarias	1	1.76702813	1000	1767.02813
Cisterna para regar vías	1	1.76702813	1000	1767.02813
Cisterna de Combustible	1	1.76702813	1000	1767.02813
TOTAL S/				15903.25317

Nota: El cuadro muestra el costo actual en la empresa minera en uso de maquinaria pesada obteniendo un monto total de 16949.20507 soles mensuales.

B. Costos el consumo de combustible

Tabla 7

Rendimiento de equipo

MAQUINARIA	CA NT	HOR AS	GAL ON/H	COMBU STIBLE	PRECIO COMBU STIBLE	VALOR TOTAL S/
Volquetes operativos para mineral	1	1.767 0281	21.3	37.63769 917	15.28	575.10404
Tractor Oruga CAT modelo D8R	1	1.767 0281	3.25	5.742841 423	15.28	87.750617
Motoniveladora Champions modelo 720	1	1.767 0281	4.59	8.110659 117	15.28	123.93087
Cisterna para regar vías	1	1.767 0281	2.61	4.611943 419	15.28	70.470495
Cisterna de Combustible	1	1.767 0281	3.45	6.096247 049	15.28	93.150655
TOTAL COSTOS						950.40668 19

Notas: El cuadro muestra el rendimiento de los equipos de maquinaria pesada con respecto a su rendimiento en combustible.

El costo total que se invierte aproximadamente en el combustible de los equipos es de 950.4066819 soles en el tramo de estudio.

C. Costos en mano de obra actuales.

Tabla 8

Costo de mano de obra actuales

MAQUINARIA	OPERA DOR	COS TO MES	COST O DIA	HORA	EN TRAM O
Volquetes operativos para mineral	1	7500	250	10.4166 6667	18.406 543
Tractor Oruga CAT modelo D8R	1	6850	228.333 3333	9.51388 8889	16.811 3093
Motoniveladora Champions modelo 720	1	6850	228.333 3333	9.51388 8889	16.811 3093
Cisterna para regar vías	1	6850	228.333 3333	9.51388 8889	16.811 3093
Cisterna de Combustible	1	6850	228.333 3333	9.51388 8889	16.811 3093
Mecánicos	1	6850	228.333 3333	9.51388 8889	16.811 3093
TOTAL COSTOS				57.9861 1111	102.46 3089

Nota: El cuadro muestra el costo actual en mano de obra para el manejo de maquinaria pesada en el periodo de un mes

El costo total que se invierte aproximadamente en mano de obra es \$ 99775 mensualmente.

D. Costos Totales

Tabla 9

Costos totales actuales

COSTOS TOTALES S/	
Costos en alquiler de equipos	15903.25017
Costos el consumo de combustible	950.4066819
Costo de mano de obra	102.46309
COSTO TOTAL	16911.64596

Nota: El cuadro muestra los costos totales mensuales que viene gastando en la actualidad la empresa minera de oro.

El costo total del sistema de transporte que se utiliza en la actualidad es de = 16911.64596 soles aproximadamente. Este costo puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y necesidades que se requiera.

3.4. Resultados del costo de aplicación de cable carriles

A. Costo de componentes

Tabla 10

Costos de componentes

COMPONENTE	COSTO	CANTIDAD	VALOR (\$)
Cable carril	10.324 x m	5000	51620
Cabina	800	2	1600
Anclaje	250	4	1000
Torres	800	4	3200
TOTAL			13026.8

Nota: El cuadro muestra los costos de componentes en la aplicación de cable carriles obteniendo como resultado un costo de \$ 13026.8.

B. Costo de mano de obra para construcción

Tabla 11

Costos de mano de obra de construcción

COSTO MANO DE OBRA PARA CONSTRUCCIÓN			
PERSONAL	COSTO/HORA	HORAS	VALOR (\$)
Soldador	6	192	1152
Ayudante	4.5	192	864
TOTAL			2016

Nota: El cuadro muestra el costo de mano de obra en la construcción de cable carriles.

C. Costo de mano de obra para obra civil

Tabla 12

Costos de mano de obra civil.

COSTO MANO DE OBRA PARA OBRA CIVIL			
PERSONAL	COSTO/HORA	HORAS	VALOR (\$)
Maestro de obra	6.5	192	1248
Ayudante	5	192	960
TOTAL			2208

Nota: El cuadro muestra el costo de mano de obra civil en la construcción de cable carriles, en donde el costo total que se invierte en mano de obra es de \$ 2208 mensuales aproximadamente.

D. Costos extras

Tabla 13

Costos extras

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
2 ingenieros	Diseño y coordinación tanto de la construcción del sistema, de la obra civil y del montaje.	6000
Herramientas	Soldadura, discos de corte y de pulir, anticorrosivo, pintura, tronzadora, equipo de soldadura, pulidora, taladro de banco entre otras.	800
Transporte	Transporte para llevar los materiales de la obra civil y para llevar todos los componentes del sistema de transporte	4000
Montaje	Tensionada del cable carril (tirfor), instalación eléctrica e instalación del sistema motriz	400

TOTAL 11200

Nota: El cuadro muestra los costos extras que se puede invertir al aplicar el transporte de cable carriles.

E. Costos totales.

El costo total que se invierte en costos extras para para la aplicación de cable carriles es \$ 28450.8 aproximadamente.

Por lo tanto, el costo total del sistema de transporte a través de cable carriles es de= \$ 28450.8 aproximadamente. Este costo puede variar dependiendo de las condiciones topográficas y de las necesidades que se requiera.

Tabla 14

Costos fijos mensuales de mantenimiento de cable carriles.

COSTO DE MANTENIMIENTO DE CABLE CARRILES			
Actividades	Frecuencia	Costo	Costo/mes
Mantenimiento de cable carriles	7 días	\$ 23	\$ 92.00
Cambio de zapatas de freno	1 mes	\$ 15	\$ 15.00
COSTO TOTAL			\$ 107.00

Nota: El cuadro muestra los costos fijos mensuales que se tendrá al aplicar cable carriles en el transporte minero.

Persona encargada de operar el sistema y descargue la carga (2): \$3000

Persona encargada del cargue de mineral (2): \$3000

TOTAL COSTOS FIJOS MENSUALES: \$ 6107.00

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En los resultados obtenidos con relación al nuevo método a aplicar, aceptamos la hipótesis general que establece que, mediante el estudio al transporte de mineral en una empresa minera de oro en Santa Cruz, nos permite aplicar un nuevo sistema de transporte por cable carriles para reducir costos de acarreo en la empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca 2022.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Julcapoma y Raico (2015), es su trabajo de investigación denominado “Estudio del sistema de transporte por cable carril y su optimización en la concesión Juana, Hualgayoc, Cajamarca” en donde señalan que este método de transporte a través de cable carriles es muy importante ya que reduce el tiempo de traslado de material y personal, ya que no realiza curvas como en las carreteras, así como también permite unir dos puntos que son imposibles de alcanzar o que demanda mucho tiempo, como los altibajos como los que presenta la geografía peruana. Ello es acorde con lo que se halló en este estudio

Técnicamente la aplicación de cable carriles en el transporte minero para reducir costos de acarreo en una empresa minera de oro en Santa Cruz, Cajamarca es positivo, ya que cumple con el estándar para su empleo, debido principalmente, al beneficio económico, aspecto fundamental dado los inconvenientes que atraviesa normalmente el transporte que se utiliza en la actualidad. Los resultados encontrados nos permiten apoyar lo señalado por Gianni, (2005), en su trabajo de investigación denominado “Estudio de pre factibilidad técnica y económica del transporte por cable aéreo. Chile”, en donde indican que, utilizan teleférico para transportar cemento de un lugar a otro, pues las zonas de explotación y procesos están separadas por

carreteras, haciendo que el traslado de mineral por carretera sea imposible, así que aplicaron el método de traslado de mineral por cable carriles, haciendo que este método sea uno de los más importantes en ese lugar.

Por otro lado, el costo de aplicación de cable carriles es económicamente rentable, puesto que el costo que demandaría aplicar el sistema de transporte por cable sería mucho menor que la actual, ahorrando dinero en mano de obra, el mantenimiento para este sistema es económico y tiene un periodo largo de vida útil, corroborando de esta manera lo mencionado por Marín (2015). En su trabajo de investigación titulado “Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcillas al utilizar un diseño de lastre adecuado, minera Yanacocha, Perú” en donde señalan que en el centro minero La Oroya, ubicada en la provincia de Yauli en donde se ha instalado un teleférico mono cable con pinzas fijas para reduciendo el tiempo de traslado de mineral, por último, señalan que, la aplicación de ese método es beneficioso puesto que no implica gastos extremadamente elevados.

Limitaciones

Las limitaciones que se ha tenido para la elaboración de esta investigación fue no hallar información teórica en idioma español o de países latinos, por lo que demandó de más tiempo realizar la traducción de investigaciones anteriores a la nuestra; así como también, debido a la coyuntura que se está viviendo a nivel mundial, a causa del covid-19, ha provocado que la elaboración del presente trabajo sean riesgoso; por tal motivo se recomienda que al aplicar este sistema de transporte mediante cable carriles realizar previamente capacitaciones a todo el personal que labora en la empresa minera, para el correcto uso del mismo, así como también capacitaciones SSOMA para evitar cualquier tipo de accidentes e incidentes que lamentar.

4.2. Conclusiones

Se analizó las características del transporte minero que se emplea en la actualidad en la mina de oro en Santa Cruz., Cajamarca., en donde para el acarreo se utiliza maquinaria pesada como Cargador frontal CAT 992, Excavadoras CAT 345, Cargador frontal CAT 966; para el transporte generalmente se utilizan camiones volquetes; también se utiliza equipos auxiliares que son necesarios para brindar apoyo extra a las labores de carguío y acarreo; la cantidad de personal que labora en dicha operación son 7, mencionando solo los conductores de maquinaria.

Se propuso el sistema de cable carriles en una empresa minera de oro en Santa Cruz en la cual sería necesario 4 personas para realizar las labores; 2 personas para carguío y 2 personas para acarreo; cabe mencionar que el tiempo de vida calculado para este método es de 80 años aproximadamente, con un costo de mantenimiento de \$ 107 mensuales, evidenciando de esta manera la rentabilidad del método.

Se calculó el costo actual del transporte de mineral en una empresa minera de oro en Santa Cruz, en donde se tomó en cuenta el alquiler de maquinaria, el combustible consumido, mano de obra para operar la maquinaria, obteniendo como resultado un costo total de \$ 50734.93789 por cada hora trabajada.

Se analizó el costo que demandaría la aplicación del sistema de transporte por cable carriles en una empresa minera de oro en Santa Cruz, tomando en cuenta los costos de componentes de cable carriles, Costo de mano de obra para construcción; Costo de mano de obra para obra civil, costos de mano de obra y costos extras, obteniendo como resultado total \$ 28450.8 mensuales.

REFERENCIAS

- Aracay, A., & Novales, M. & Rodriguez, M (2016). *Transporte por cable*. Perú. Tórculo Artes Gráficas
- Aznar, J. V. (2019). *Innovación y tecnología para la actividad minera sostenible: una evaluación de investigación mundial*. *Diario de producción más limpia*, 38-54.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.243>
- Catalán, A. &. (2016). *Sistemas Ferroviarios y teleféricos en las Centrales eléctricas y Minas de Pironeo Occidental Catalán, Andorra y Val d'Aran*. España. Recuperado el 15 de Julio del 2020 de [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Sistemas+Ferrovianos+y+telef%C3%A9ricos+en+las+Centrales+el%C3%A9ctricas+y+Minas+de+Pironeo+Occidental+Catal%C3%A1n%2C+Andorra+y+Val+d%C2%B4Aran&btnG=\(Catal%C3%A1n+A.+&,2016\)=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Sistemas+Ferrovianos+y+telef%C3%A9ricos+en+las+Centrales+el%C3%A9ctricas+y+Minas+de+Pironeo+Occidental+Catal%C3%A1n%2C+Andorra+y+Val+d%C2%B4Aran&btnG=(Catal%C3%A1n+A.+&,2016)=)
- Enrique, J. N. (2016). *Visión estratégica de la industria minera de hierro y el acero de Venezuela*.
- Espósito, F. C. (2016). *Apropiación, uso y abandono de los espacios residuales provocados por el teleférico del Complexo do Alemão, Río de Janeiro*.
- Florencia, M. (2014). *Para que "Creciera el pueblo como Potosí": La minería en la Puna de Jujuy durante el periodo colonial*. Bolivia.
- Garsous, G., & Suárez, A. &. (2019). *Teleféricos en el transporte urbano: ahorro de tiempo de viaje desde La Paz-El Alto* . Bolivia.
- Giraldo, O. E. (2016). *Rendimiento del equipamiento minero de arranque-carga-transporte de la empresa comandante Ernesto Guevara*.

- Guevara, J. (2013). Construcción y significación del territorio Comunidad El Codito. Recuperado el 8 de Junio del 2020 de <https://www.redalyc.org/pdf/4735/473547035006.pdf>
- Guzman, A. F. (2015). Patrimonio Geológico Minero y Recreación en una Ciudad Intermedia: Tandil. Argentina. Recuperado el 5 de Junio del 2020 de <http://books.scielo.org/id/v52yh/pdf/guevara-9789587842067.pdf>
- Jordá, L. J. (2011). *Propuesta de itinerario geomínero en las minas de Áliva (Parque Nacional de Picos de Europa, Cantabria)*.
- Julcapoma, J. &. (2016). *Estudio Del Sistema De Transporte Por Cable Carril Y Su Optimización En La Concesión Juana, Hualgayoc, Cajamarca” – octubre 2015.* Cajamarca. Recuperado el 10 de Junio de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/5567/Julcapoma%20Vargas,%20Jenner%20Eivan%20y%20Raico%20Llamoga,%20Jos%C3%A9%20Manuel.pdf?sequence=1>
- Lara, J. N. (2017). *Formación de capacidades para la formalización minera en Colombia.* Bogotá.
- Luque, A. F. (2015). *Applications Of Mining Technology For Engineering Project Management.*
- Mejía, A. (2011). *Diseño Y Construcción De Un Sistema De Transporte De Carga Por Medio De Cables Para Topografía De Gran Pendiente. .*
- Moomen, A. W. (2019). *Adaptación inadecuada de la información geoespacial para la minería sostenible hacia la agenda 2030 objetivos de desarrollo sostenible. Diario de producción más limpia, 117-129.* Recuperado el 13 de Julio del 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619328240>

Pineda, E. M. (2018). *Aspectos relevantes de la movilidad urbana y su relación con el medio ambiente en el Valle de Aburrá: una revisión.*

Ponce, A. &. (2013). *Diseño Y Simulación De Un Teleférico Con Capacidad De Transportación Para 8 Personas Y Un Recorrido De 1 Km.*

Tamayo, L. (2019). “Tipos de investigación”, recuperado de:
https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos_de_investigacion.pdf

Sánchez, J. (2015). *Estimación de costos ambientales del funcionamiento del nuevo sistema teleférico de Mérida.* Venezuela.

Soluciones, E. (2015). *Actividades relacionadas al sector minero.* Exsa Soluciones.
Recuperado de : <https://exasoluciones.pe/>

ANEXOS

ANEXO N° 1: Comparativo de tiempo de traslado de mineral

TIEMPO DE TRASLADO DE MINERAL (H)	
CABLE CARRIL	CAMION VOLQUETE
0.09664504	1.76702813

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 2: Comparativo de la cantidad de mineral transportado

CANTIDAD DE TN POR HORA			
CABLE CARRIL		CAMION VOLQUETE	
28.835	TN	11.318439	TN

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3: Ubicando los puntos por donde se aplicará el sistema de cable carriles.



Fuente: Elaboración propia

