



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“LOS FACTORES SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS EN EL TRANSPORTE BIMODAL Y LA TECNOLOGÍA AIRSHIPS PARA UNA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ-2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera de Minas

**Autora:**

Ariana Fatima Arteaga Pastor

**Asesor:**

Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado

Trujillo - Perú

2021

## DEDICATORIA

A mi Madre Carmen Pastor Ciudad por inculcarme a hacer lo correcto siempre y apoyarme en el desarrollo de mis estudios. Por aceptarme y querer que siempre sea mejor.

A mi Padre Julio Arteaga Villanueva por enseñarme a lo largo de mi vida que con esfuerzo y perseverancia puedo lograr mis objetivos. Y por apoyarme en culminar mis estudios.

A mi Hermana Carmen Arteaga Pastor por inspirarme a estudiar la carrera de Ingeniera de Minas y apoyarme en persistir con mis sueños.

A mí Hermana Karina Arteaga Pastor por creer en mí, cuidarme siempre, quererme y enorgullecerse de mis logros.

A mis sobrinos Camila y Thiago quienes me inspiran a ser mejor persona cada día y a los cuales espero que aprovechen todas las oportunidades que les da la vida de realizar sus metas.

A Wendy Gutiérrez Chirinos, por enseñarme a ser mejor persona cada día. Por apoyarme en todos mis proyectos y aconsejarme siempre.

## AGRADECIMIENTO

Agradecer al Ingeniero Nicolás Saldaña Gonzales por su gran ayuda y soporte como mentor el cual sirvió como guía para encontrar mi tema de investigación y a mi asesor el Ingeniero Wilson Carlos Gómez Hurtado el cual me brindo los conocimientos necesarios para poder estructurar el desarrollo de mi tesis.

Muchas gracias.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del Problema.....	25
1.3. Objetivos .....	25
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	25
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	25
1.4. Hipótesis.....	25
1.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	25
1.4.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	25
<b>CAPÍTULO II. MÉTODO</b> .....	<b>27</b>
2.1. Tipo de investigación .....	27
2.2. Población y muestra.....	28
2.3. Técnicas .....	28
2.3.1. <i>Análisis documental:</i> .....	28
2.3.2. <i>Análisis observacional:</i> .....	28
2.4. Instrumentos de recolección y análisis de datos .....	28
2.4.1. <i>Matriz de costos:</i> .....	28
2.4.2. <i>Ficha de observación:</i> .....	29
<i>Se creó una ficha de observación para identificar los factores ambientales y sociales a partir de informes y noticias sobre la problemática de la empresa minera en el sur.....</i>	<i>29</i>
2.4.3. <i>Matriz de Leopold:</i> .....	29
2.4.4. <i>Matriz de decisión:</i> .....	29
2.4.5. <i>Análisis de datos:</i> .....	29
2.5. Procedimiento: .....	29
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
3.1. Resultado factor económico:.....	31
3.2. Resultado factor ambiental: .....	32
3.3. Resultado factor social: .....	32
3.4. Resultado objetivo general:.....	33
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
4.1. Discusión .....	35
4.2. Conclusiones: .....	37
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>38</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Matriz de consistencia.....	43
Tabla 2:Matriz de Operacionalización de variables .....	45
Tabla 3: Especificaciones técnicas ARH 250 .....	49
Tabla 4: Comparación de tecnologías en el caso de una mina en Canadá.....	49
Tabla 5: Datos de la tecnología Varialift .....	50
Tabla 6: Costos total transporte bimodal incluido costo puerto .....	51
Tabla 7:Costo anual modificado sin cargos totales del puerto .....	52
Tabla 8:Paralizaciones por conflicto social corredor del sur del Perú .....	52
Tabla 9: Costo mantenimiento de vías corredor minero .....	53
Tabla 10: Riesgos ambientales y sociales de ambas tecnologías .....	54
Tabla 11: Matriz de costos .....	56
Tabla 12: Comparación Factor económico de las dos tecnologías de transporte .....	58
Tabla 13: Instrumento matriz de costos .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comparación del Factor económico.....	31
Figura 2: Factor ambiental Transporte Bimodal vs Tecnología Airships .....	32
Figura 3: Factor social transporte Bimodal vs Tecnología Airship .....	33
Figura 4: Resumen de resultados de la Matriz de decisión.....	34
Figura 5: Transporte con camiones .....	46
Figura 6: Transporte por ferrocarril.....	46
Figura 7: Cronología dirigibles 1782-1937 .....	47
Figura 8: Cronología dirigibles 2000-2020 .....	47
Figura 9: Dirigible rígido holandés RA-180.....	48
Figura 10: Dirigible semi-rígido ruso MD-900 .....	48
Figura 11: Dirigible no rígido.....	48
Figura 12: AHR 250 .....	49
Figura 13: Case study of a mine operating in Canada .....	50
Figura 14: Kilometraje directo de la mina al puerto .....	50
Figura 15: Producción estimada en los próximos años de una minera en el sur en kt.....	51
Figura 16: Identificación de riesgos asociados a las dos tecnologías de transporte de concentrados .....	55
Figura 17: Gráfico de Cuantiles Factor económico .....	59
Figura 18: Matriz Riesgos socio ambientales – Transporte Bimodal .....	60
Figura 19: Magnitud de los riesgos transporte Bimodal.....	61
Figura 20: Magnitud de los riesgos tecnología Airships .....	61
Figura 21: Matriz Riesgos socio ambientales – Tecnología Airships.....	62
Figura 22: Magnitud de los riesgos tecnología Airship.....	63
Figura 23: Magnitud de los riesgos tecnología Airship.....	63
Figura 24: Matriz de decisión.....	64
Figura 25: Ficha identificación de riesgos socioambientales .....	66
Figura 26: Matriz Leopold para factores sociales y ambientales.....	67
Figura 27: Matriz de Decisión.....	68
Figura 28: Ingeniero de minas Jesús Gabriel Vilca Pérez .....	69
Figura 29: Ingeniero metalúrgico Juan Antonio Vega Gonzales.....	70
Figura 30: Ingeniero Mecánico eléctrico Nicolas Cristian Saldaña Ojeda .....	71

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Costos totales .....	18
----------------------------------	----

## RESUMEN

Debido a la problemática social, ambiental y económica que trae consigo el transporte de concentrados de minerales en el sur del Perú a causa de la contaminación, el rechazo social y los altos costos generados en transporte, se investigó mediante un diseño no experimental transversal comparativo, el análisis de los factores sociales, ambientales y económicos del transporte bimodal y la tecnología *Airships* en el transporte de concentrado de minerales que generen menor impacto para una minera en el sur del Perú. Se emplearon como instrumentos una matriz de Leopold y un flujo de caja para evaluar factores sociales, ambientales y económicos, la metodología se usó en ambos transportes. Los datos recolectados de los factores fueron evaluados en una matriz de decisión, a la cual se le otorgó una calificación máxima de 5 según el ítem a evaluar. El resultado final, determinó que la suma de la ponderación del Transporte Bimodal fue de 2.68. Por otro lado, la tecnología *Airship* obtuvo un puntaje de 3.67. Finalmente, se concluye que la tecnología *Airship* tiene mayores beneficios para la aplicación en la minería en el sur del Perú, al generar menor impacto, siendo considerado un transporte sustentable en el tiempo tanto en lo socioambiental como en lo económico.

**Palabras clave:** Transporte de concentrados de minerales, costos, riesgos socioambientales, nuevas tecnologías.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La actividad minera es uno de los sectores extractivos más importantes actualmente, es un pilar fundamental en la economía nacional y mundial, genera millones de trabajos directos e indirectos contribuyendo al desarrollo social y económico. Si se maneja con políticas sostenibles puede transformar la vida de muchas personas. Pachón (2014) afirmó que, “La minería bajo una orientación de desarrollo económico, social y ambiental, en armonía con una política de responsabilidad social empresarial, con la participación y emprendimiento de la población, posibilitará el desarrollo sostenible”.

Tiene un gran impacto económico en Perú, de acuerdo con informe del Ministerio de Energía y Minas por el viceministro Augusto Cauti “En el 2018, la minería representó alrededor del 10% del PBI nacional y cerca del 61% del valor total de las exportaciones peruanas, resaltando la participación del cobre en más del 50% del PBI”. Además, Vega (2019) comenta que según el viceministro de energía y minas Augusto Cauti “La cartera de proyectos de construcción de mina en el Perú, identificados por el Ministerio de Energía y Minas (MIMEM), está conformada por 48 iniciativas valorizadas en 57,772 millones de dólares”. Es por eso que, se debe planificar y desarrollar de la mejor manera para enfrentar los desafíos que esta comprende. El método extractivo a cielo abierto tiende a tener mayor inversión de capital y a su vez comprende riesgos socioambientales debido a que se ve expuesta en todos sus procesos.

El área de transporte y acarreo es el proceso con más impacto visual en el sector y también es el que demanda mayor inversión de capital a causa de la magnitud de los equipos utilizados en la operación, según una nota de prensa realizada al gerente de logística y transporte de la compañía minera Yanacocha. Gestión Minera (2010) “Cerca del 44% de cada dólar es gastado en aspectos logísticos, que hacen posible trasladar un determinado

producto a un consumidor, referido a costos de algún servicio de transporte". Como se sabe los yacimientos mineros son encontrados muchas veces en zonas inaccesibles al interior del país. Por esto, muchas empresas tienden a tomar el sistema de transporte por camiones pues se adaptan con mayor facilidad y flexibilidad al plan de minado. Sin embargo, la desventaja de este sistema es que origina altos costos operativos, si no se hace una buena gestión logística y de mantenimiento, genera riesgos sociales y ambientales. Por ello, se espera que la tecnología brinde nuevas alternativas sostenibles para el traslado de concentrados.

Una empresa minera ubicada en el sur del Perú en la región Apurímac, aporta significativamente al PBI nacional; sin embargo, estos últimos años la carretera que utiliza el proyecto como corredor minero para transportar sus concentrados ha sido bloqueada en varias ocasiones por comunidades aledañas al proyecto. Según el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2019), informa que "En un solo día de paralización, la región donde se encuentra el proyecto puede llegar a perder más de S/1 millón en regalías y ventas locales, además de casi US\$6,8 millones diarios en producción minera".

Por tal motivo, en esta investigación se plantean distintas causas; sin embargo, para este estudio se ha tomado en cuenta los factores sociales, ambientales y económicos que conlleva esta problemática. Si estas paralizaciones continuarán presentándose, el margen obtenido de la comercialización del concentrado disminuiría en un gran porcentaje originando la baja rentabilidad del proyecto, lo que finalmente podría ser un posible cese o cierre de la actividad, dejando a muchas familias sin un sustento económico.

Ante esta problemática, se sugirió evaluar la tecnología *Airships* la cual propone una alternativa en el transporte de carga pesada eco amigable y a bajo costo mediante el uso de dirigibles como medio de transporte. Los antecedentes que se relacionan al estudio de transporte de concentrados de minerales son los siguientes:

Manzanera (2017) en su estudio realizado en Colombia acerca del transporte mediante dirigibles en la Universidad Militar Nueva Granada, titulado "¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?". El objetivo es dar a conocer las nuevas tecnologías en dirigibles híbridos para potenciar el desarrollo de las poblaciones vulnerables en el territorio colombiano. El diseño que se empleó fue descriptivo y el análisis se realiza para ver cómo se desenvuelve este sistema para operar en Colombia. Como resultado se encontró que los dirigibles híbridos son un medio de transporte aéreo revolucionario para solucionar las problemáticas existentes en Colombia. Considerándose un transporte eco amigable, con una gran capacidad de carga, muy rentable al operar y se sostiene que es más veloz que un barco o un camión, representando una alternativa que cumple con los requerimientos para resolver las problemáticas vigentes del país.

Muchiuti & Cancissu (2019) en su estudio en Brasil acerca de los pros y contras del transporte de carga aéreo en el Instituto de Ensino Superior de Londrina, titulado Modal aéreo: Vantagens e Desvantagens no transporte de cargas no Paraná. El principal objetivo del estudio fue dar a conocer las ventajas y desventajas del transporte de carga en Paraná utilizando modal aéreo, los objetivos específicos fueron: identificar las ventajas y desventajas del transporte aéreo, qué productos puede transportar esta modalidad de transporte y diagnosticar en qué aumentaron el valor del flete aéreo. La metodología del presente estudio fue de carácter descriptivo y cualitativo con encuestas bibliográficas en libros y sitios web, para construir sobre el desarrollo y la conclusión de ese estudio. La relevancia del artículo sobre la importancia del transporte aéreo para las empresas, así como valor agregado en los bienes y la practicidad y velocidad de los bienes para el cliente. Se concluye que el transporte vía aérea es la forma más rápida, segura y eficiente de transportar

cargas, resultando en mayor seguridad y confiabilidad, obteniendo efectividad comprobada en entregas urgentes.

Neal (2019) estudió los factores para determinar el servicio de dirigibles en Australia en la Australia Global University titulado Demand for Cargo Airships in Australia: An analysis of mode choice decision making by logistics professionals. Tuvo como principal objetivo examinar los elementos que determinan la demanda de los servicios de dirigibles de carga desde la perspectiva de los profesionales de la logística del transporte. El análisis fue descriptivo cualitativo, recopilado a través de entrevistas semi-estructuradas de seguimiento. Los resultados del experimento de elección del modo de carga en línea establecieron la demanda potencial para el modo de dirigible de carga será de hasta el 27% de la cuota de mercado. El factor que proporciona la mayor variación en los resultados del modelo de elección son los diferentes tipos de carga, que incluyen productos perecederos, no perecederos, sobre masificación de gran tamaño (OSOM) y tiempo de alto valor (HVTs). A través de estos tipos de carga, la sensibilidad de los modos (carretera, ferrocarril, mar y aeronave) a los atributos variables (precio, tiempo, fiabilidad y frecuencia) variaron sustancialmente. Como resultado se estima que la disposición a pagar (WTP) por el modo de dirigible de carga por el tiempo de viaje ahorrado es \$23.15 por tonelada por hora.

Blanco (2016) investigó un plan de logística para el transporte en una mina en Chile en la Universidad de Chile, titulado Plan integral de logística de transporte de personas e insumos para la operación Los Bronces. Su objetivo fue plantear soluciones de corto, mediano y largo plazo, comenzando con un análisis de la situación actual y entendiendo la solicitud de la comunidad de la Ruta G-21. El diseño que se empleó es descriptivo cualitativo, Las soluciones permitirán a la compañía, generar hitos, considerando el tiempo de las distintas propuestas y siempre y cuando las medidas sean aprobadas por el Directorio, que permitan asegurar o mantener la licencia social para operar. Como resultados se planteó

el Plan Integral de Logística de Transporte que permitió mantener la licencia social para operar, considerando el futuro, recursos y reservas del yacimiento Los Bronces.

Pavez (2015) investigó una evaluación técnico-económica de transporte de mineral desde Stock Donoso a chancado en Mina Los Bronces. Universidad de Chile. El presente trabajo de investigación propone plantear sistemas de transporte alternativos al actual (pala/camión) que permitan una continuidad operacional en la faena para un circuito Stock (ROM)/Chancado y su evaluación técnica y económica. La metodología para cumplir con lo anterior consistió en el análisis de 3 escenarios: simulación del caso base, factibilidad técnica y simulación de camiones autónomos y diseño de un sistema de transporte por correas. Como resultado de la simulación, para el sistema de correas se tiene que se genera un VAN mayor en un 22% que el del caso base. Esto se debe a que los costos de operación son casi 5 veces menores en relación con los costos de operación del sistema pala/camión. Dado lo anterior, se concluye que un sistema de correas es una alternativa de transporte mejor que el sistema actual, sobre todo si se piensa en tener un sistema confiable que asegure la continuidad operacional.

Lipa et al., (2016) en su estudio realizado en Arequipa acerca de una propuesta de mejora en el transporte de concentrados para la minera las bambas en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, titulado Propuesta para mejorar el proceso de transporte de concentrado de cobre de la minera Las Bambas hacia la estación ferroviaria kilómetro 99 Chasquipampa. Su objetivo fue analizar el procedimiento actual de transporte de concentrados de minerales, utilizado por la empresa minera las Bambas. Las causas principales que influenciaron en la operación fueron los factores, proceso, costo y tiempo, la cual se llevó a cabo a través de la empresa de transporte TRANSALTISA contrata que trabaja para la empresa minera, se analizó los factores mediante flujos de caja, permitiendo

comprender los procesos actuales, identificar las necesidades de mejora, y finalmente proponer una alternativa. Finalmente se concluyó que, con el asfaltado de las vías, se convierte en factor principal para la optimizar toda la operación, pero además se convierte en elemento pacificador, que permitirá mejorar las relaciones con la población afectada. Además, con el análisis económico de la propuesta de valor, podemos precisar, que el ahorro proyectado a partir de la implementación de la nueva alternativa y la mejora del estado de la vía es de 24% representando 14 millones de dólares anuales.

Coz et al., (2019) en su estudio realizado en Lima acerca del sistema transporte de concentrados de una mina de cobre en la Universidad Nacional de Ingeniería, titulado matriz de evaluación de proyectos. Plantea seleccionar el método de transporte que no cause considerables impactos negativos a la sociedad, para lo cual se han evaluado tres tecnologías de transporte de minerales identificados como minero ducto, transporte con camiones y transporte por vía férrea mediante la matriz de decisión, en los cuales además del criterio económico, con un peso mayoritario del 35%, se consideraron otros factores entre ellos sociales, ambientales, legales y de ingeniería. Como resultado de la ponderación de la matriz de decisión se obtiene un puntaje del sistema de transporte de concentrados por mineroducto de 3.59, para el transporte con camiones 2.49, para el transporte por vía férrea 2.16. De los resultados se seleccionó la alternativa más económica y además la que genera menores impactos tanto sociales como ambientales.

Atoche (2017) realizó un estudio en Trujillo sobre la mejora de operaciones en una mina por la Universidad Privada del Norte, titulado Propuesta de mejora en las operaciones perforación, acarreo y transporte para reducir los costos en la compañía minera Argentum s.a. Su objetivo es identificar el impacto de la propuesta de mejora para la reducción de costos en las operaciones de perforación, acarreo y transporte en la Compañía Minera Argentum S.A. el diseño fue descriptivo cualitativo, la metodología comprende un análisis

de la situación actual de la empresa en el proceso de explotación de mineral. Asimismo, se realizaron cálculos para determinar el impacto que se generaba en el ámbito económico para la empresa, priorizándolos el 80% de las causas raíz las cuales representaban pérdidas monetarias \$91,221 dólares mensuales. Como resultado un VAN de \$188,064 un TIR 35% y un Beneficio/Costo de 1.09.

Valdeiglesias (2019) realizó un estudio sobre la gestión de transporte de concentrado en la ciudad de Arequipa en la Universidad Católica San Pablo. Titulado Análisis y propuesta de mejora en la gestión del transporte bimodal de concentrado de minerales en una empresa minera del sur del país para la reducción de costos 2018. Fue enfocado en evaluar la situación actual del proceso de transporte de mineral en una empresa minera del sur del país. Analizándose data, obteniendo indicadores como el costo unitario de transportar una tonelada que resultó en \$14.51 para el sistema bimodal y de \$25.90 mediante camiones tolva adicional. La metodología fue diseñar y plantear propuestas de mejora continua que permitirán disminuir o eliminar los problemas. Se analizaron los beneficios de aplicar las propuestas y se determinó que es factible su aplicación finalizando el primer año. Como resultados se obtuvieron beneficios cualitativos, como mejorar la seguridad del servicio de camiones terceros, brindar una visión de la situación mejorada a las partes interesadas, aumentar la relación entre el operador logístico y la empresa, y como beneficio cuantitativo para un periodo de 12 meses, primero se tiene un ahorro estimado en el transporte del sistema bimodal de \$653,634 debido al aumento de toneladas transportadas, y un segundo ahorro estimado de \$ 630,582 en el transporte en camiones con tolvas.

A partir de estos estudios, se aborda el sustento teórico relacionado al transporte como parte fundamental de una operación logística.

Los sistemas de transporte son de función logística los cuales permiten optimizar el flujo de los productos, comprenden entre el 45% y el 50% de los costos logísticos totales de

una empresa, convirtiéndose en el principal factor para el éxito de la entrega de materia prima y productos terminados a los clientes finales de la cadena logística. (Mora, 2014, p.15)

La función clave en la cadena de suministro es el transporte, ya que actúa como vehículo entre clientes y proveedores, lo que permite el flujo de materiales y recursos, (Arango, M et al. 2009). Además, “Es el traslado de productos desde un origen a un destino. Esta definición sirve también para cualquier medio de transporte: camión, barco, ferrocarril, avión”. (Mauleon, 2009, p.1)

En el sector minero, el costo final juega un rol fundamental en el producto terminado, la importancia de este servicio es “En el alcance de un mercado amplio y en la vinculación de zonas aisladas es primordial; de ahí lo importante que es contar con un sector transporte eficiente en la prestación de este servicio en términos de calidad, oportunidad, tiempo y costos” (Mendoza et al., 2015, p. 31)

Además, dentro de la actividad minera, el transporte tiene una importancia fundamental en el sistema de costeo. A su vez, Norte Minero (2019) reconoce que “Este rol es más que fundamental y dominante en la actual coyuntura de la actividad minera la que impone a las empresas mineras a la presión de reducir sus costos para adaptarse a los nuevos parámetros del mercado”

Existen diferentes tipos de transporte de diferentes características, tenemos al transporte terrestre que puede ser por carretera o vía férrea, el transporte marítimo, el transporte combinado donde se utilizan varios modos y la mercancía se transborda de un vehículo a otro. El transporte aéreo utilizando aviones y helicópteros y por último el transporte por tuberías, donde los fluidos se impulsan a través de tuberías mediante estaciones de bombeo o de compresión. Esto dependerá de las características de la operación que pueden ir desde los costos hasta la capacidad.



Congreso de la Republica de Perú (2018). Decreto Supremo N. ° 014-92-EM, Art. 22 de La Ley General de Minería, que regula al transporte de concentrados de minerales afirmando que, todo sistema utilizado para el transporte masivo continuo de productos minerales, por métodos no convencionales.

Los sistemas para utilizarse podrán ser: Fajas transportadoras; Tuberías; o Cable carriles.

La Dirección General de Minería, con informe favorable del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y opinión del Consejo de Minería, podrá agregar nuevos sistemas a esta definición, previo estudio.

Estos concentrados son trasladados como productos finales a los puertos de embarque para su posterior comercialización, siendo un punto crítico en todo el proceso de la operación, esto implica el acarreo, transporte y descarga.

El caso de estudio se aplicará a una mina en el sur la cual actualmente utiliza el sistema de transporte bimodal para transportar sus concentrados. El transporte Bimodal es la combinación de transporte por camiones y ferrocarril. La mina cuenta con 955 km de longitud desde la planta concentradora hasta el puerto de embarque. Utilizando los primeros 277 km el transporte con camiones y los 678 km restantes vía ferrocarril (Anexo 5.3 y 5.4).

La logística de transporte en minería, como vimos anteriormente está influenciada por el factor económico, en el siguiente párrafo se especificarán las partes que comprenden. Se requiere tener una buena gestión que no afecte económicamente los gastos generados por este servicio.

Existen diferentes tipos de costos asociados a la logística del transporte los cuales se dividen en dos grandes grupos. Los primeros comprenden los servicios de transporte, y pueden ser fijos como variables. Los costos directos fijos son aquellos que se mantienen independientemente del número de viajes realizados por los vehículos, e incluyen: sueldos

de los conductores; impuestos sobre el servicio; seguros del vehículo, carga o personal y gastos de financiación asociados a la adquisición de los vehículos. Por otro lado, los costos directos variables se vinculan al nivel de actividad de los transportes. Usualmente implican: gastos de combustible, gastos en el cambio de neumáticos, lubricación, gastos de mantenimiento, gastos de peaje y viáticos de los conductores y finalmente, los costos indirectos, son los gastos de estructura, gastos comerciales y de administración, material de oficina, sistemas de gestión, etc. El cálculo de los gastos indirectos varía según las características del negocio. La siguiente ecuación muestra la metodología de la suma de los costos asociados. (Fliit, 2018)

*Ecuación 1: Costos totales*

$$CT = CF + CV$$

**CT:** Costo Total

**CF:** Costo Fijo

**CV:** Costo Variable

Además, no solo el factor económico es clave para la selección del transporte también se deben analizar los factores asociados a la gestión ambiental y social que genera el transporte terrestre bimodal.

Los factores asociados a la gestión ambiental por el transporte terrestre son el incremento del material particulado (polvo), el incremento de concentraciones de gases, los niveles de ruido y los niveles de vibraciones. Además de los daños al ecosistema que habita en la zona y los posibles derrames de efluentes y materiales en los suelos y agua generando peligros para el medio ambiente. (Coz et al., 2019, p.26)

Por otra parte, estos no son los únicos factores asociados, en el 2019 según un informe vertido por la defensoría del pueblo, “Se han identificados 89 conflictos activos. De estos, 56 conflictos involucran al sector minero, lo que representa el 62.9% del total. Esto resulta preocupante dada la importancia que tiene este sector en el país”. (Gestión, 2019)

A causa de los conflictos sociales las comunidades enfrentan diversos problemas estructurales como la debilidad económica, técnica-legal e incluso cultural. Es por ello, que necesitan conseguir y asegurar apoyo externo, social, económico y técnico, tanto para la conciliación, mediación y arbitraje, así como para la formulación de alternativas de solución y el desarrollo de estas. (Tanaka et al. 2007, p.11)

El rechazo a la actividad por parte de las comunidades aledañas viene por el miedo a perder sus terrenos, el agotamiento del recurso hídrico y la contaminación ambiental. Además, están expuestos a un mayor peligro y accidentabilidad, enfermedades crónicas a causa del polvo y a la contaminación de sus sembríos, pues el polvo que emanan los camiones al transitar afecta la producción agrícola de la zona.

En los últimos 15 años en el ámbito del corredor minero del sur del Perú han ocurrido 28 casos de los cuales 9 se encuentran activos. Actualmente, las oficinas defensorías de Cusco, Apurímac y la Adjuntía para la Prevención de Conflictos Sociales y Gobernabilidad, están presentes en las reuniones en Yavi Yavi, Chumbivilcas, Chahuahuacho y Espinar. (Defensoría del Pueblo, 2019)

El caso estudiado de la Minera en el sur últimamente ha generado desconcierto con la población puesto que, el corredor minero por donde circulan los camiones para hacer el trasbordo del concentrado al ferrocarril pasa cerca de los sembríos de comunidades aledañas

afectando socio ambientalmente a la actividad que ellos practican (agricultura). La comunicación ineficiente entre empresa y comunidad por llegar a un acuerdo se ha visto reflejada en los conflictos de paralización de la operación.

El Montonero (2019) informa que “43 días duró la paralización de la carretera del Corredor Minero del sur que fue bloqueada por un grupo de pobladores de la comunidad de Fuerabamba, ubicada en el distrito de Challhuahuacho (provincia de Cotabambas, Apurímac), lugar donde se desarrolla el proyecto minero”. Esto generó una gran pérdida económica para la empresa que opera en el lugar.

Los elevados costos en el factor económico y los factores socio ambientales asociados al transporte bimodal utilizados actualmente en el transporte de concentrados de minerales al sur del Perú, la tecnología nos presenta alternativas que debe considerar la minería en el Perú como una solución sustentable a la problemática actual y futura.

Hoy en día en el mundo existe una tendencia por desarrollar alternativas de transporte amigables con el medioambiente. Estas son más económicas y eficientes, desde la de adquisición, operación, mantenimiento, el diseño de la estructura hasta el diseño de propulsión. Considerando la viabilización en todos los niveles: tierra, aire, mar, bajo el mar, en el espacio exterior, viaductos, carreteras y puertos, ferrovías y telemetría, etc. (Acosta, 2004, p.1)

Una de las aplicaciones sustentables propuestas como alternativa tecnológica es el transporte con dirigibles. Este tiene ese concepto debido a que podrá realizar transporte aéreo a gran escala, eliminando totalmente las transferencias. De esta manera, el producto terminado podrá transportarse desde el punto de fabricación al punto de consumo. Al eliminar las transferencias, “Para acceder a zonas muy aisladas o carentes de infraestructura,

como grandes desiertos, lagos, y en el mar. El dirigible es muy eficiente ambientalmente". Lo que significa un ahorro en costos en transbordo e infraestructura". (Acosta, 2004, p.6)

Pero, esta tecnología no es nueva, desde hace más de un siglo se ha venido desarrollando en transporte de turismo, como combate de guerra y transporte de carga (Anexo 5.5).

Podemos ver que el fin de los dirigibles fue en 1937 después del accidente ocasionado, debido a estructuras inestables, costos altos en su diseño y el peligro de manejar hidrógeno como propulsor para hacer funcionar este transporte, ha quedado en el pasado puesto que en la actualidad son diseñados a computadora utilizando *software* para predecir su comportamiento y evaluar situaciones especiales, el uso de materiales más livianos y el helio. Una característica importante de los dirigibles es su seguridad. El helio es utilizado como gas de elevación este es un gas inerte, lo que significa que no es inflamable. (Anexo 5.6).

La mayoría de los ciudadanos al oír sobre los dirigibles piensan en ellos como algo del pasado, que han sido superados por la tecnología actual. Sin embargo, este magnífico invento ha sido reconsiderado en los últimos años en tareas como la observación y transporte de carga pesada. Los dirigibles son un medio de transporte aéreo. El helio es un gas ligero el cual está dentro de su cubierta o dentro de células de gas independientes que sirve para su levantamiento y posterior movilización.

Los dirigibles vuelan por el principio de Arquímedes: "todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido desalojado". Estos contienen en su interior un gas ligero (helio hidrógeno o aire caliente). El principio actúa de la siguiente manera: El gas de levantamiento tiene un peso específico menor al aire externo que rodea al dirigible. Por lo tanto, el gas es más ligero y produce una fuerza de

levantamiento igual al peso del aire desplazado. Así como para el transporte terrestre existen tipos, los dirigibles también cuentan con diferentes diseños que varían de acuerdo con las características de cada operación. (Erro. A, 2015)

El Instituto Mexicano de transporte divide los tipos de dirigibles en:

**Dirigibles rígidos:** El gas de levantamiento está dentro de su estructura base y este se encuentra cubierto dentro de otra estructura externa para mantenerlos rígidos. Los equipos, la carga, y/o pasajeros se alojan también dentro de la estructura principal. Su estructura está hecha de aleaciones de aluminio (Anexo 5.7).

**Dirigibles semirrígidos:** dentro de su diseño tienen una quilla en la parte inferior, y otra cubierta y presurizada en la parte superior. Esto ayuda a distribuir mejor las cargas. También estos dirigibles conservan su forma debido al gas interno dentro de la cubierta (Anexo 5.8).

**Dirigibles no rígidos o presurizados,** son los más comerciales hoy en día y básicamente su estructura comprende gas con motores. Sus estructuras sólo son la cabina de pasajeros y la cola del sistema. Principalmente los de tipo no rígidos vuelan para fines publicitarios. (Instituto Mexicano de transporte, 2000), (Anexo 5.9).

Actualmente, existen empresas que están optando por invertir en el diseño y construcción de esta tecnología que revolucionará el transporte, de este modo empresas como Varialift Airships presentan una propuesta aplicada al sector de la minería.

Varialift presenta a los dirigibles para el transporte aéreo de carga pesada de cargas útiles de 50 a más de 250 toneladas métricas. Finalmente resuelve el problema de la flotabilidad que ha aqueja a la industria de los dirigibles y la convierte en la primera embarcación industrial para uso a largo plazo (40 años de vida útil) en aplicaciones que

requieren el transporte de cargas pesadas y engorrosas hacia y desde lugares remotos o de difícil acceso. (Varialift Airships deployment guide, 2020)

Al igual que un avión, su estructura está hecha de aluminio y utiliza gas helio para proporcionar elevación. Cuenta con una construcción modular que se presta para la fabricación de líneas de producción industrial. Al variar la cantidad de helio en sus contenedores proporciona la flexibilidad para bajar la nave de acuerdo con el nivel de vuelo requerido, punto de inicio y fin de vuelo. La empresa actualmente tiene dos modelos, el que será utilizado en este estudio será el modelo ARH 250 (Anexo 5.10 y 5.11)

Las ventajas del AHR 250 son que los trenes, las cintas transportadoras y los sistemas de transporte de minerales a base de góndola tienen un único punto de fallo, si se producen deslizamientos de tierra, esto significa efectivamente una parada completa hasta que se lleve a cabo una reparación lenta y costosa. Sin embargo, Varialift Airships garantiza un flujo continuo de mineral. Si un dirigible deja de funcionar, los otros continuarán. Esta es una gran ventaja.

La aeronave vuela en línea recta. La trayectoria es la más corta en comparación con el transporte terrestre.

El airship puede entregar a otras ubicaciones y/o instalaciones de fundición para operaciones de valor añadido.

La aeronave es re-desplegable. Los gastos de capital hundidos en un ferrocarril u otros sistemas se perderán finalmente al final de la vida útil de la mina. El Varialift podría utilizarse para redistribuir camiones y equipos mineros sin necesidad de desmontaje.

Al utilizar un sistema híbrido de combustible y energía solar, hacen que las emisiones de gases se reduzcan considerablemente. Esta no solo es una forma sustentable y eficiente de cuidar el medio ambiente, sino que tiene la posibilidad de reducir el consumo del combustible.

Un transporte que contengan la tecnología híbrida consume alrededor de un 55% menos que uno mecánico. Además, reduce aproximadamente un 20% las emisiones de CO<sub>2</sub>. (Ford, 2020)

Los costos totales de una aeronave ARH250 son 40 centavos USD por tonelada kilómetro (incluye arrendamiento, seguro, tripulación, combustible y mantenimiento) a una velocidad de crucero de 230 km. (Varialift Airships deployment guide, 2020)

Finalmente, un caso de estudio realizado en una mina en Canadá con el Varialift reemplaza el uso de ferrocarril por esta tecnología reduciendo el tiempo de la extracción del mineral, reduciendo costos totales y siendo amigable con el medio ambiente.

Una nueva mina aislada necesita un ferrocarril de 500 km para llevar 720,000 toneladas de mineral por año para transportarlo al ferrocarril principal. Vida útil de la mina estimada en 10 años - Inversión ferroviaria perdida después de la vida útil (Anexo 5.12).

Dando como resultado que la nueva tecnología cambiará significativamente el caso de la mina en Canadá. Por eso, en este estudio se hará una comparación en los factores económicos, sociales y ambientales para ver si es factible utilizar esta tecnología en la mina en el sur del Perú. (Anexo 5.13).

En el caso de estudio a tomar hemos considerado cierta información extraída de antecedentes como de tecnología a emplear. La mina se encuentra a 322.27 km en línea recta desde la planta concentradora hasta el puerto de embarque, para su posterior comercialización.

A estos costos total del transporte bimodal se le resta los costos totales del puerto puesto que en la investigación solo está considerando el transporte del concentrado, según Lipa, L et al. (2016) “los costos totales del puerto ascienden a **\$30, 600,995 anuales**”. En la tabla del (Anexo 5.18) se muestra el cálculo.



## **1.2. Formulación del Problema**

¿Es la tecnología Airship más beneficiosa que el transporte Bimodal en los factores sociales, ambiental y económicos para una minera en el sur del Perú, 2020?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar comparativamente la diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships, en el transporte de concentrado de minerales el cual genere menor impacto para una minera en el sur del Perú- 2020

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Comparar el factor económico del transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur del Perú.
- Determinar los factores ambientales generados por el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur del Perú.
- Determinar los factores sociales del sistema de transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur del Perú.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La tecnología Airship es más beneficiosa para una minera en el Perú frente al transporte bimodal en los factores sociales, ambientales y económicos.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Según el factor económico existe una diferencia entre el sistema de transporte bimodal y la tecnología Airships.
- Según los factores ambientales existe una diferencia entre el sistema de transporte bimodal y la tecnología Airships.

- Según los factores sociales existe una diferencia entre el sistema de transporte bimodal y la tecnología Airships.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

### 2.1. Tipo de investigación

El diseño de la investigación fue no experimental transversal comparativo, ya que no se manipulo la variable y se observa una situación existente como la que pasa actualmente la empresa en el sur debido al transporte bimodal, transversal porque se tomaron datos en un solo periodo de tiempo y comparativa ya que se analizan dos tipos de tecnologías para el transporte de concentrados de minerales.

El tipo de investigación según el nivel fue descriptivo, ya que no se pudo obtener datos de la empresa minera, por eso fue un estudio retrospectivo analizando reportes publicados por tesis y anuarios anteriores sobre los factores económicos entre las tecnologías. Además, se describieron los factores socioambientales que tienen la tecnología bimodal y la alternativa tecnológica. Es decir, el diseño descriptivo según Ato et al., (2013), se define como un “estudio teórico es una forma de hacer investigación en que se recopila y revisa detalladamente los hallazgos de otras investigaciones. En este tipo de investigación no se recolectan datos empíricos de forma directa”

Por otro lado, el enfoque fue cuantitativo, primero porque se recogió información en una matriz de costos para estimar y comparar el factor económico de las dos tecnologías presentando los resultados estadísticamente y el segundo porque se analizaron documentos con la ficha de observación para identificar los factores socio ambientales de la tecnología bimodal frente a la tecnología Airships. Por consecuencia, la investigación buscó crear una alternativa de transporte de concentrados de minerales, para que más empresas mineras tomen como modelo esta alternativa.

## **2.2. Población y muestra**

Para el análisis de la investigación fue necesario contar con una base de datos obtenida de estudios anteriores, además se contó con datos proporcionados por la empresa Varialift Airships para realizar el cálculo del factor económico. Se consideraron datos de una tesis anterior que brindó los costos anuales del transporte bimodal, además se consideró los costos por paralización y mantenimiento de vías obtenido de noticias y reportes. Para el factor social y ambiental se tomaron en cuenta los riesgos asociados a las dos tecnologías de informes que se realizaron analizando la situación del corredor minero en el sur del Perú.

## **2.3. Técnicas**

### **2.3.1. Análisis documental:**

Se analizaron tesis, revistas, informes y papers anteriores de producción y costos de una minera en el sur, además de leer artículos sobre riesgos sociales y ambientales del transporte terrestre y aéreo.

### **2.3.2. Análisis observacional:**

Hernández (2014), “Este método consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”.

## **2.4. Instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.4.1. Matriz de costos:**

Se utilizaron datos de informes pasados para generar una matriz de costos comparando las tecnologías en un flujo de caja

#### **2.4.2. Ficha de observación:**

Se creó una ficha de observación para identificar los factores ambientales y sociales a partir de informes y noticias sobre la problemática de la empresa minera en el sur

#### **2.4.3. Matriz de Leopold:**

Se consideró esta matriz para evaluar los impactos y la importancia de los riesgos identificados en la matriz de observación. Esta evalúa cualitativamente el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural.

El proceso de evaluación es subjetivo no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto. (Dellavedova M, 2010)

#### **2.4.4. Matriz de decisión:**

La recolección de todos los resultados fue analizada en una matriz de decisión, que calificará con un puntaje máximo de 5 siendo 5 muy favorable y 1 muy cuestionable.

#### **2.4.5. Análisis de datos:**

El análisis de datos se realizará en la matriz de decisión y se evaluó según el puntaje mayor para la decisión final.

### **2.5.Procedimiento:**

Se emplearon tablas extraídas de antecedentes que analizaron la variable en estudio, esto sirvió para el análisis del factor económico. Se creó una matriz de costos, donde se calculó el costo anual del transporte bimodal y se comparó los datos ofrecidos por la tecnología Airships, el flujo de caja obtenido fue proyectado desde el 2019 hasta el 2037. En este flujo de caja se identifican los costos anuales de las dos tecnologías,

además del VAN y el costo beneficio de la nueva tecnología para analizar el factor económico. Posteriormente el instrumento utilizado para identificar los factores sociales y ambientales fue una matriz de observación. Para identificar los riesgos se tomaron datos de informes pasados con respecto a los conflictos ocasionados en la zona y revisando teorías sobre los impactos ambientales por transporte de concentrados terrestre y aéreo. Para obtener los resultados se utilizó la matriz de Leopold evaluada en un rango del 1 al 5 según su magnitud e importancia para la humanidad y el ecosistema. Finalmente, todos los datos recolectados fueron analizados en una matriz de decisión extraída de una tesis que evaluaba también el transporte de concentrados de minerales. La metodología fue evaluar los tres factores con un puntaje máximo de 5, siendo 1 muy cuestionable 5 muy favorable. Se asignaron porcentajes a los factores para poder calcular la suma de la ponderación en un rango máximo de 5. Se sabe de la importancia del factor económico para la selección de equipos en una empresa, pero la decisión final se hará tomando en cuenta la suma de los tres factores en conjunto. Se tomó la decisión considerando el transporte que sea más sustentable.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

Los resultados del “Análisis comparativo de los factores sociales, ambientales y económicos en el transporte bimodal y la tecnología airships para una minera en el sur del Perú-2020”. Fueron obtenidos de tres factores: el económico que fue evaluado en una matriz de costos, los factores sociales y ambientales previamente identificados y evaluados en una matriz de Leopold. Finalmente, se presenta reúnen los resultados y se evalúan en una matriz de decisión la cual tiene asignado porcentaje el cual definirá la mejor opción.

### 3.1. Resultado factor económico:

En cuanto al objetivo específico número uno sobre comparar el factor económico del transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur del Perú. Se obtuvo como resultado que la tecnología Airships tendrá menor impacto económico para la empresa de ser utilizada, pues los costos anuales son mucho menores a los de la tecnología actual. Debido a que, los dirigibles tienen una mayor capacidad frente a los camiones para transportar la carga. Entonces esto quiere decir que, a mayor capacidad se reducirían los costos operativos y de mantenimiento.

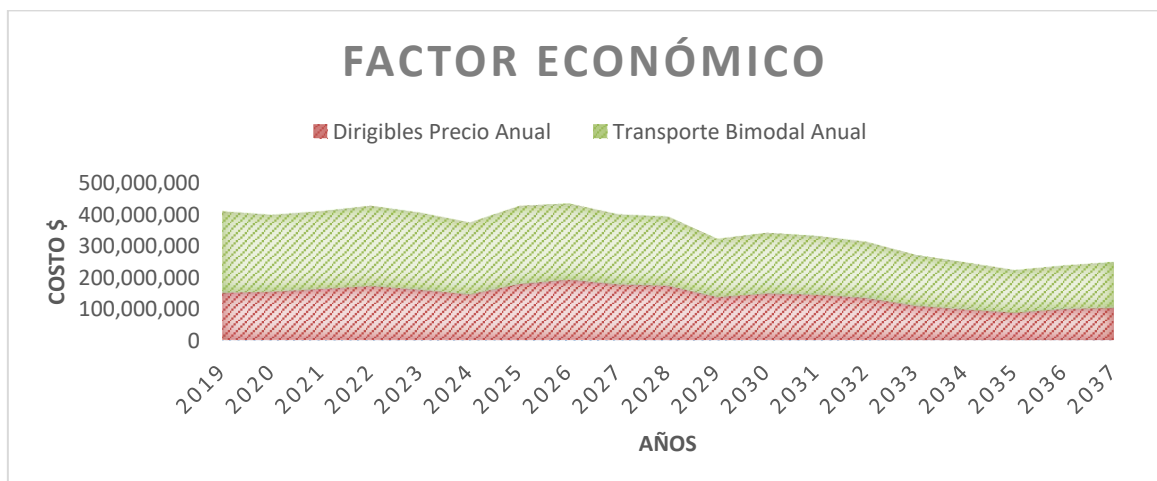


Figura 1: Comparación del Factor económico

**Nota:** En la **Figura 1** señala la diferencia de los costos anuales estadísticamente, de color rojo los costos de la aplicación de los dirigibles y de color verde los costos del transporte Bimodal. Se observa una gran diferencia

económica en el periodo 2019-2037 siendo más beneficiosa económicamente la tecnología Airship *Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.2. Resultado factor ambiental:

El resultado del análisis del objetivo, “Determinar los factores ambientales generados por el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur del Perú.”. Identifica que la tecnología Airship genera un menor impacto medioambiental en los cuatro componentes analizados pues se suprime totalmente los impactos en agua y tierra. Y en el medio biótico y el agua es en menor proporción, ya que la tecnología utiliza un sistema híbrido (combustible y energía solar) disminuyendo sus emisiones de gases en el aire. Finalmente, se obtuvo que los riesgos asociados al transporte Bimodal causan un mayor impacto en el medioambiente.

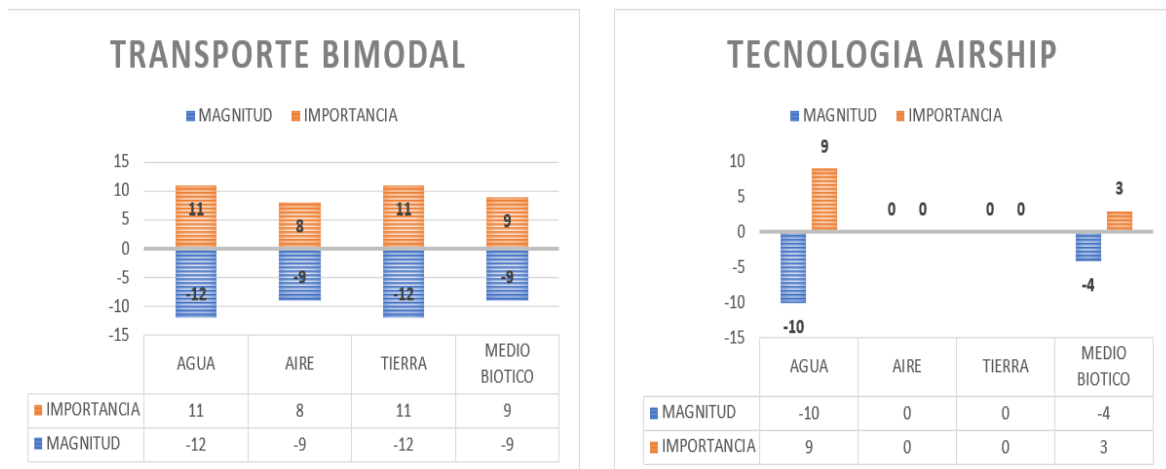


Figura 2: Factor ambiental Transporte Bimodal vs Tecnología Airships

**Nota:** En la **Figura 2**, comparamos los resultados del factor ambientales de ambas tecnologías estadísticamente. Los componentes para evaluar fueron los físicos subdivididos en agua, aire y suelo, el medio biótico. *Fuente: Elaboración Propia*

### 3.3. Resultado factor social:

El resultado de la evaluación del objetivo tres, “Determinar los riesgos sociales generados por el transporte bimodal y la tecnología Airship”, se obtuvo que la tecnología



Airship es un sistema que ayudará a la mejorar la relación entre los stakeholders en este caso empresa y comunidad, pues se resolvería el hecho generación de polución para sus cultivos y además disminuirían los accidentes y enfermedades que genera el transporte de camiones por las emisiones de gases y polvo. La nueva tecnología ofrecería grandes beneficios sociales a las comunidades que se encuentran cerca al corredor del sur del Perú.

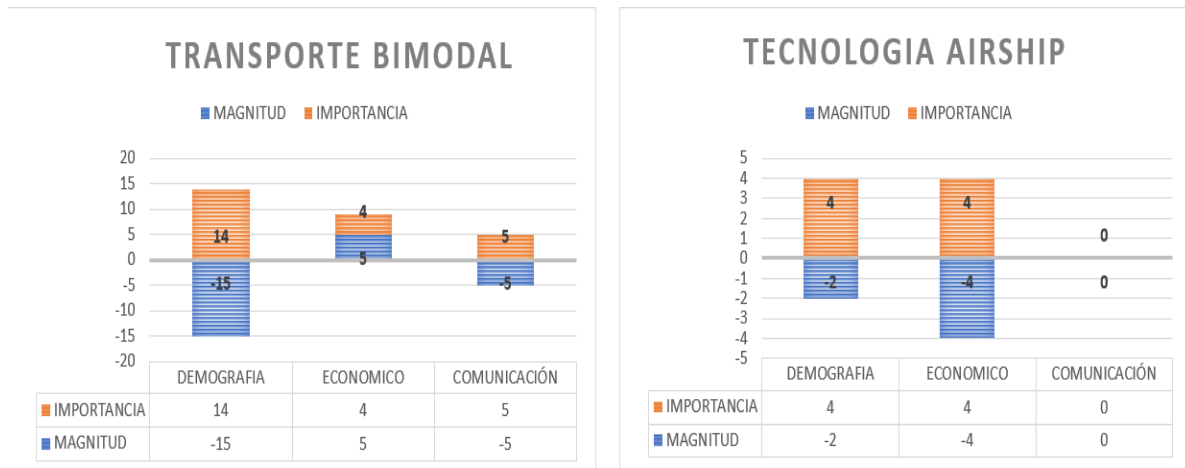


Figura 3: Factor social transporte Bimodal vs Tecnología Airship

**Nota:** En la **Figura 3** respectivamente, comparamos los resultados del factor ambientales de ambas tecnologías estadísticamente. Los componentes para evaluar fueron los físicos subdivididos en agua, aire y suelo, el medio biótico. *Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4. Resultado objetivo general:

El resultado del objetivo principal determina que la suma de la ponderación del Transporte Bimodal es 2.68. Por otro lado, la tecnología Airship obtuvo un puntaje de 3.67, siendo esta la más beneficiosa para la aplicación en la minera en el sur del Perú, al generar menos impacto en la suma de los tres factores evaluados.

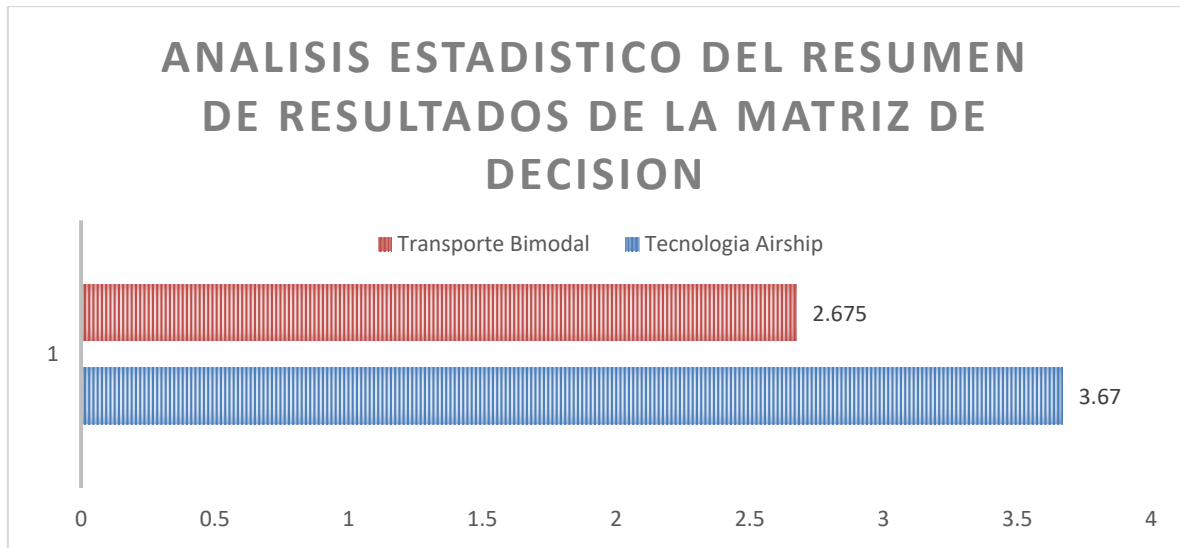


Figura 4: Resumen de resultados de la Matriz de decisión

**Nota:** En la **Figura 4** se concluye que el resultado de la ponderación obtenida en la **Figura 24**, identifica a la nueva tecnología como mejor opción tanto en lo económico, social y ambiental, pues tendría un menor impacto. *Fuente: Elaboración Propia.*

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, se validó la hipótesis general que afirmaba que la tecnología Airship es más beneficiosa para una minera en el Perú frente al transporte bimodal en los factores sociales, ambientales y económicos. Estos resultados se relacionan con lo sostenido por Coz; Guzmán & Ríos (2019) respecto al uso de alternativas para el transporte de concentrados de minerales en este caso ellos determinaron que el transporte concentrado de minerales por mineroducto impactaría menos que la del transporte bimodal. Ello es acorde con lo que en este estudio se halló ya que, de todas formas, estas dos tecnologías tanto la *Airship* como el minero ducto son alternativas sustentables que impactan en menor proporción que la del transporte bimodal.

Según el objetivo de comparar el factor económico. Los resultados de la simulación del transporte de dirigibles con carga pesada de Neal (2019) determina que hay un considerable ahorro de \$ 23.15 por hora comparado con los diferentes tipos de transporte de carga pesada existentes ya en el mercado. Además, en el estudio realizado por Atoche (2017) al optimizarse los procesos de perforación y voladura como de transporte y acarreo se obtuvo un VAN positivo de \$188,064 un TIR 35% y un Beneficio/Costo de 1.09. Lo que concuerda con esta investigación pues al tomarse una alternativa como la de la tecnología *Airship* también se obtendría una rentabilidad positiva para la empresa a largo plazo. Del mismo modo, en la investigación de Pavez (2015) se toma como alternativa en el transporte de minerales un sistema de transporte por correas, la simulación de este género conlleva un aumento del 22% del VAN. Por otro lado, en el estudio realizado por Valdeiglesias, P (2019) se utiliza el transporte bimodal siendo el resultado económico favorable para la empresa. Asegurando que la efectividad de la rentabilidad económica dependerá de otros factores que tendrán que ser analizados por cada empresa.

Según el objetivo de determinar los factores ambientales. Con respecto a la hipótesis de si existe una diferencia entre el sistema de transporte bimodal y la tecnología Airships. Se acepta la hipótesis del estudio, debido a que un estudio realizado en Colombia por Manzanera (2017), afirma que la alternativa de dirigibles híbridos es un medio de transporte aéreo ecológico. Pero esto no puede ser afirmado rotundamente ya que, no se encontraron otros estudios referentes al impacto ambiental de los dirigibles usados en cargas pesadas, solo se sabe que la tecnología de estos es híbrida la cual genera menor impacto al medio ambiente reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero no se sabrá con certeza hasta que se realice un estudio ambiental.

Finalmente, como resultado de los hallazgos sobre el factor social la hipótesis fue aceptada también puesto que, en el informe de investigación de Blanco (2016) se afirma que al modificar la logística del transporte se logrará mantener vigente la licencia social brindada por la comunidad la cual es primordial para el desarrollo de la actividad. Así mismo, Lipa; Morani; Pacoticona; Paredes & Rondón (2017), la mejora en el transporte de concentrados para la minera las bambas serán beneficiosa para la población ya que al asfaltar el terreno se genera menor contaminación. Por otro lado, el estudio de Muchiuti & Cancissu (2019) realizado en Brasil determinó descriptivamente que el transporte aéreo de cargas es seguro y confiable. Dando a entender que, cualquier mejora con respecto al factor social brindará mejores oportunidades de relación con las comunidades que se encuentran alrededor del proyecto, del mismo modo se sugiere el estudio con otras variables sociales que determinen la eficacia de satisfacción con la comunidad respecto a la tecnología utilizada en el proceso de transporte de minerales.

Algunas de las limitaciones encontradas al momento de desarrollar la investigación fueron la falta de estudios sobre el transporte de carga pesada con dirigibles, aún más la falta de investigaciones experimentales en estos medios de transporte aéreos. Esto fue una

limitante al momento de discutir la información obtenida en la investigación realizada, ya que no se pudo contrastar la información en casos similares con esta tecnología.

#### **4.2. Conclusiones:**

En la investigación realizada para determinar la mejor tecnología sustentable de transporte de concentrado de minerales se llegó a la conclusión general de que la tecnología *Airship* impacta en menor proporción comparada con el transporte Bimodal.

Los resultados de la investigación confirman que la tecnología *Airship* en el factor económico es considerablemente menor. Es decir, generará mayor ahorro en el periodo 2019-2037 para la minera en el sur.

Los resultados de la investigación determinan que los factores ambientales del transporte bimodal generarían mayor contaminación en los componentes evaluados (agua, aire, suelo y medio biótico). En resumen, la tecnología *Airship* generaría menor impacto al solo comprometer dos componentes ambientales: el medio biótico y el agua.

Los resultados de la investigación determinan que los factores sociales asociados al transporte bimodal impactarán en mayor proporción en las comunidades que se encuentran en la zona del proyecto comparada con la nueva alternativa. En síntesis, la tecnología *Airship* tendrá mayor aceptación ya que, la exposición visual será considerablemente menor comparada a la del transporte bimodal, Además, se reducirá considerablemente el riesgo de ocurrir un accidente o la aparición de enfermedades debido a las vibraciones y polución, protegiendo a las comunidades que se encuentran en la zona de la operación.

## REFERENCIAS

- Acosta, M. (2004, octubre). *Estrategias de transporte sustentable*. Revista Cifra, #98, p1-p6.
- Arango, M., Gil, H., & Zapata, J. (2009). *Logística esbelta aplicada al transporte en el sector minero* (Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Universidad Politécnica de Valencia.
- Atoche, D; (2017). *Propuesta de mejora en las operaciones perforaciones, acarreo y transporte para reducir los costos en la compañía minera Argentum S.A* (Tesis Pregrado), Universidad privada del Norte Trujillo, Perú.
- Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). *Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología*. Redalyc, (29)(3),1038-1059. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/167/16728244043.pdf>
- Blanco, F (2016). *Plan integral de logística de transporte de personas e insumos para la operación Los Bronces* (Tesis pregrado), Universidad de Chile, Chile.
- Coz, E; Guzmán; Ríos, N; (2019). *Matriz de evaluación de proyecto* (Trabajo de investigación). Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú.
- Congreso de la Republica de Perú (2018). Decreto Supremo N. ° 014-92-EM, Art. 22. La Ley General de Minería. Recuperado de: [http://www.minem.gob.pe/\\_legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=4752](http://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=4752)
- Defensoría del Pueblo. (2019). *Llamamos a consolidar el “Espacio de diálogo y cumplimiento” en caso Las Bambas*. Retrieved from <https://www.defensoria.gob.pe/llamamos-a-consolidar-el-espacio-de-dialogo-y-cumplimiento-en-caso-las-bambas/>

Dellavedova. M, 2010, *Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental*. Recuperado de:

<http://blogs.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/ficha-n%c2%ba-17-gu%c3%ada-metodol%c3%b3gica-para-la-elaboraci%c3%b3n-de-una-eia.pdf>

El Montonero. (2019). *¡Las Bambas paralizada 43 días!* Retrieved from <https://elmontonero.pe/politica/las-bambas-paralizada-43-dias>

Erro, A. (2015). *Dirigible: Posibilidades y Uso Futuro*. [Blog]. Retrieved from <http://feynmania.blogspot.com/2015/11/dirigibles-posibilidades-y-uso-futuro.html>

Fliit. (2018). *Cómo calcular los costos operativos en una flota de vehículos*. [Blog]. Retrieved from <https://www.fliit.com/blog/como-calcular-los-costos-operativos-en-una-flota-de-vehiculos>

FORD. (2020). *Tecnología híbrida de FORD: ventajas, beneficios y cuidado del medio ambiente*, recuperado de: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fsa/ar/es/news/2020/07/tecnologia-hibrida-de-ford--ventajas--beneficios-y-cuidado-del-m.html#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20h%C3%ADbrida%20no%20solo,uno%20de%20combusti%C3%B3n%20interna%20convencional>.

Gestión economía. (2019). *Hay 56 conflictos activos que involucran al sector minero a febrero de 2019*. Retrieved from <https://gestion.pe/economia/hay-56-conflictos-activos-involucran-sector-minero-febrero-2019-262883-noticia/>

Gestión Minera (22/09/2010). *Una visión global del negocio minero*, recuperado de <http://www.gestionminera.com.pe/2010/prensa/nota015.pdf>

Hernández, R., 2014. *Metodología De La Investigación*. 6th ed. Mexico: Mc Graw Hill Education, p.253.

- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú; (2019). *Las Bambas: ¿Cuánto le cuesta a Apurímac el bloqueo de carreteras?*, recuperado de <http://www.iimp.org.pe/actualidad/las-bambas-cuanto-le-cuesta-a-apurimac-el-bloqueo-de-carreteras>
- Instituto Mexicano del Transporte, (2000). *Los dirigibles y el transporte de carga aérea*. Recuperado de: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=146&IdBoletin=47>
- Lipa, M Et al; (2016). *Propuesta para la mejora del proceso de transporte de concentrado de cobre de la minera Las Bambas hacia la estación ferroviaria kilómetro 99 Chasquipampa Arequipa* (Tesis Postgrado). Universidad de Ciencias Aplicadas; Arequipa, Perú.
- Luniga, M. (1986). *El costo del transporte de mineral*. Ingenieros De Minas Del Perú, (E-2), 1. Retrieved from <https://www.onemine.org/document/document.cfm?docid=225437>
- Manzanera, G; (2017). *¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?* (Tesis de pregrado), Universidad Militar Nueva Granada; Bogotá, Colombia.
- Mauleon, M. (2009). *Transporte, Operadores, Redes* [Ebook] (3rd ed., p. 1). Quito: Diaz de Santo. Retrieved from <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788499696379.pdf>
- Mendoza, C., Diaz, J., & Paternina, C. (2015). *Manual Práctico para Gestión Logística*. Universidad Del Norte, (23), 31. Doi: 658.7 M539
- Ministerio de Energía y Minas (2018), *Anuario minero 2018*. ,recuperado de [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2018/AM2018\(VF\).pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2018/AM2018(VF).pdf)



- Mora, L. (2014). *Logística del transporte y distribución de carga* (1st ed., p. xv). Colombia: Ecoe Ediciones.
- MMG Las Bambas, *Estándar de medio ambiente*, recuperado de:  
<http://www.lasbambas.com/assets/files/instrucciones-generales-para-entrega-de-bienes-y-servicios/cumplimiento-de-politicas-para-contratistas-y-proveedores-de-servicios/a5-environment-standard-spa-160714.pdf>
- Muchiuti & Cancissu (2019). *Modal aéreo: vantagens e desvantagens no transporte de cargas no Paraná (Trabajo de investigación)*. Instituto de ensino superior de londrina; Londria, Brasil.
- Neal, C (2019). *Demand for Cargo Airships in Australia: An analysis of mode choice decision making by logistics professionals* (Tesis de Maestria). Australia Global University; Sydney, Australia.
- Norte Minero (junio, 2019). Transporte de concentrados de minerales. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=WzPE0u7rpco&t=50s>
- Pachon, C (2014). *Minería sostenible: el reto colombiano* (Tesis postgrado), universidad militar nueva granada, Colombia.
- Pavez, K (2015). *Evaluación técnico-económica de transporte de mineral desde Stock Donoso a chancado en Mina Los Bronces* (Tesis pregrado), universidad de Chile, Chile.
- Rojas, S (et. Al) (2019) *Minería sostenible ¿una alternativa viable? Supuestos revista económica*, recuperado de web  
<http://revistasupuestos.com/desarrollo/2019/6/25/minera-sostenible-una-alternativa-viable>

Tanaka, M., & Huber, L. (2007). *Minería y conflicto social. Economía Y Sociedad*, (65), 11.

Retrieved

from

<http://cies.org.pe/sites/default/files/files/articulos/economiaysociedad/01-revesz.pdf>

Valdeiglesias, P; (2019). *Análisis y propuesta de mejora en la gestión del transporte bimodal de concentrado de minerales en una empresa minera del sur del país para la reducción de costos 2018* (Tesis Pregrado). Universidad Católica San Pablo; Arequipa, Perú.

Varialift Airships (2020). *Varialift airships deployment guide*. Retrieved from

<http://file:///C:/Users/HOME/Desktop/Varialift%20Deployment%20Grupo%20Mexico%20Andahuaylas%202020%20Confidential.pdf>

Vega, M. (2019). *Perú: cartera de proyectos mineros asciende a US\$ 57,772 millones*.

20/04/2020, de Andina Sitio web: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-cartera-proyectos-mineros-asciende-a-57772-millones-770588.aspx>

## ANEXOS

### 5.1. Matriz de consistencia

Tabla 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Instrumentos			
<b>Problema Principal:</b> ¿Cuál es la diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur?	<b>Objetivo General:</b> Analizar comparativamente si existe diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur	<b>Hipótesis General:</b> Si existe diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur	Variable 01: Transporte de concentrados de minerales			
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Valores
			Transporte Bimodal	Factor económico	Matriz de costos	Costos anuales
		<b>Hipótesis Específico 1:</b> Según el factor económico existe una diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships		Factor social	Matriz de Observación	Riesgos sociales y ambientales
<b>Problemas Secundario 1:</b> ¿Cuál es la diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur? Según el factor económico.	<b>Objetivo Específico 1:</b> Comparar el factor económico del transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur.	<b>Hipótesis Específico 2:</b> Según los factores ambientales existe una diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships	Tecnología Airships	Factor Ambiental	Matriz Leopold	Magnitud e Impacto
<b>Problemas Secundario 2:</b>						

¿Existe diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Arships en una minera en el sur? Según el factor ambiental.

**Problemas Secundario 3:**

¿Existe diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Arships en una minera en el sur? Según el factor social.

**Objetivo**

**Específico 2:**

Determinar los factores ambientales generados por el transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur.

**Objetivo**

**Específico 3:**

Determinar los factores sociales del transporte bimodal y la tecnología Airships en una minera en el sur.

**Hipótesis Especifico 3:**

Según los factores sociales existe una diferencia entre el transporte bimodal y la tecnología Airships.

## 5.2. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2: Matriz de Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>Sistema de transporte</b>	Mora (2008) nos dice que: Los Sistemas de transporte se tratan de una función logística que permite dinamizar el flujo de los productos, y en la cual se encuentran inmersos cerca del 45% al 50% de los costos logísticos totales de una compañía, lo que la convierte en un factor clave del éxito para la entrega oportuna de materia prima y productos terminados a los clientes finales de la cadena logística, y en un polo generador de valor para la organización. (p. xv)	La variable sistema de transporte se midió a través de una matriz de costos, fichas de observación y una matriz de decisión que analizó los tres factores en conjunto para seleccionar finalmente la más apropiada	Transporte Bimodal	Factor económico Factor ambiental Factor social	Matriz de costos  Matriz de Observación  Matriz Leopold
			Tecnología Airships	Factor económico Factor ambiental Factor social	Matriz de costos  Matriz de Observación Matriz Leopold  Matriz de decisión

### 5.3. Transporte con camiones



*Figura 5: Transporte con camiones*

Fuente: Las bambas

### 5.4. Transporte por ferrocarril



*Figura 6: Transporte por ferrocarril*

Fuente: Las Bambas

### 5.5. Cronologías dirigibles 1782-1937

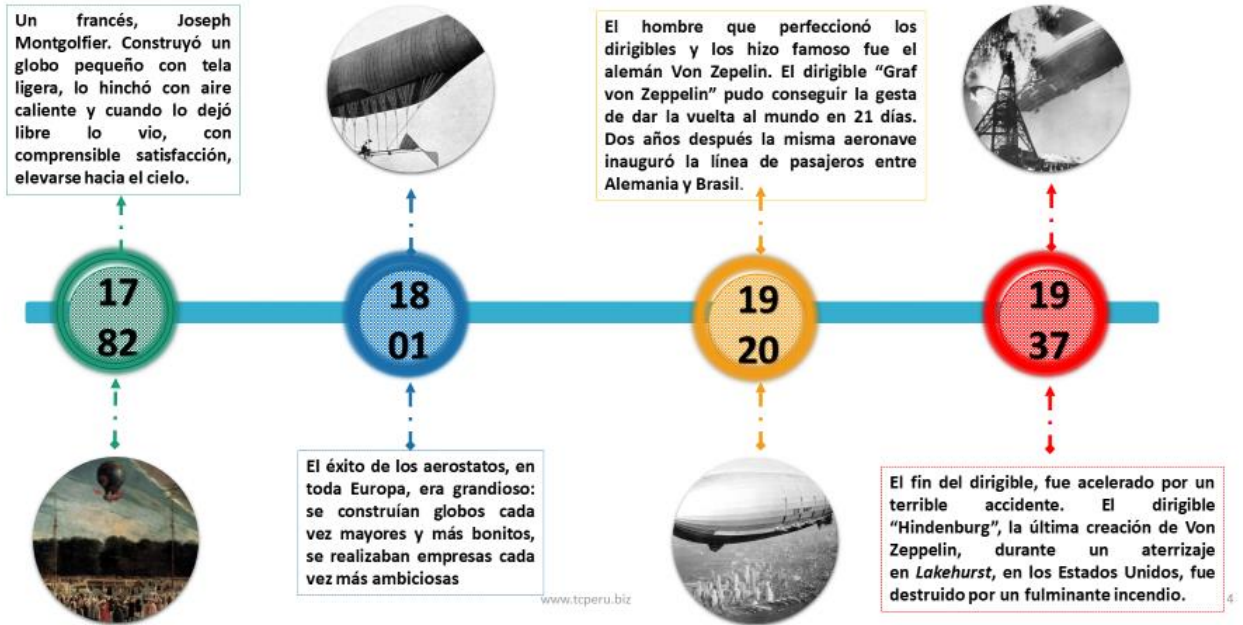


Figura 7: Cronología dirigibles 1782-1937

Fuente: Elaboración Propia

### 5.6. Cronologías dirigibles 2000-2020

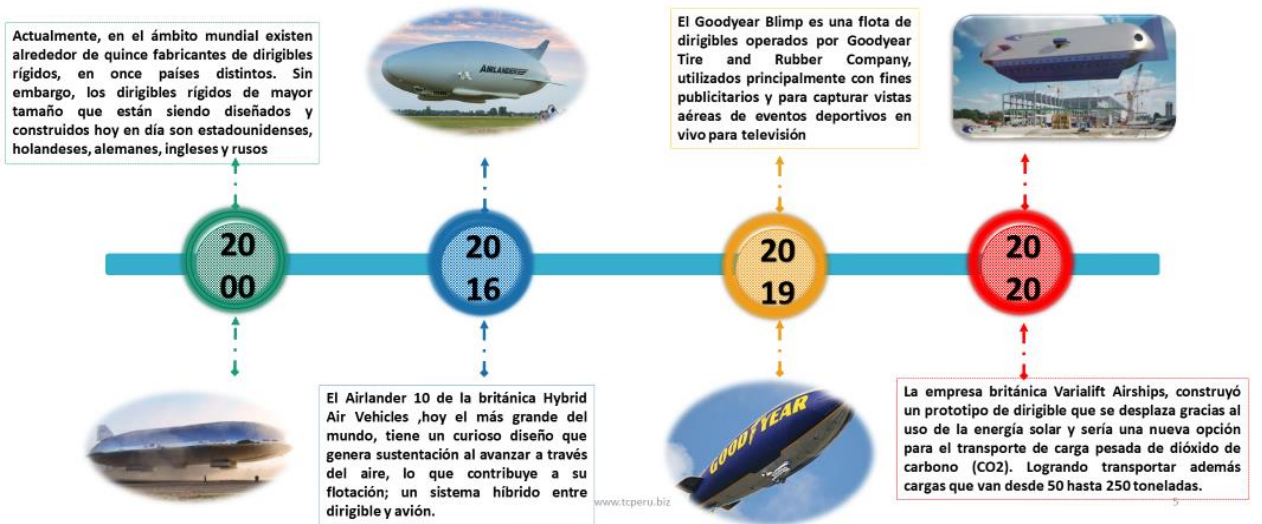


Figura 8: Cronología dirigibles 2000-2020

Fuente: Elaboración Propia



### 5.7. Dirigible rígido holandés RA-180



*Figura 9: Dirigible rígido holandés RA-180*

### 5.8. Dirigible semi-rígido ruso MD-900



*Figura 10: Dirigible semirrígido ruso MD-900*

### 5.9. Dirigible no rígido



*Figura 11: Dirigible no rígido*



### 5.10. Especificaciones técnicas ARH 250

Tabla 3: Especificaciones técnicas ARH 250

Especificaciones	ARH 250
Longitud (m)	300
Palmo (m)	110
Carga útil máxima (toneladas métricas)	250
Rango de carga útil máxima (millas náuticas)	8000
Longitud/ancho/altura de la bodega de carga (m)	250/100/8
Volumen de bodega de carga (m <sup>3</sup> )	400,000
Altitud máxima de operación (pies)	30,000
Velocidad estimada a nivel del mar mph	155
Velocidad estimada crucero 20,000 ft mph	218
Despegue y aterrizaje vertical	SI
Dimensiones mínimas del campo de aterrizaje (m x m)	400 x 400
Consumo estimado de combustible / hora	2500
Aviónica cabina de vidrio lleno	SI
Personal operando	3
Roll-on roll off bahía de carga (8m de altura)	2
Capacidad de grúa de carga voluminosa de gran tamaño	SI
Tarea específica diseño de bodega de carga personalizada	SI

Fuente: Varialift Airships

### 5.11. AHR 250



Figura 12: AHR 250

### 5.12. Comparación de tecnologías en el caso de una mina en Canadá

Tabla 4: Comparación de tecnologías en el caso de una mina en Canadá

	VariAlift	Ferrocarril
Costo total	350 millones \$	más de 2000 millones de \$
Tiempo de extracción	3 meses	3 años
Redistribuable	Si	no- capital perdida
Medio ambiente	Amigable	Destructivo

Fuente: Varialift Airships

**5.13. Case study of a mine operating in Canada**

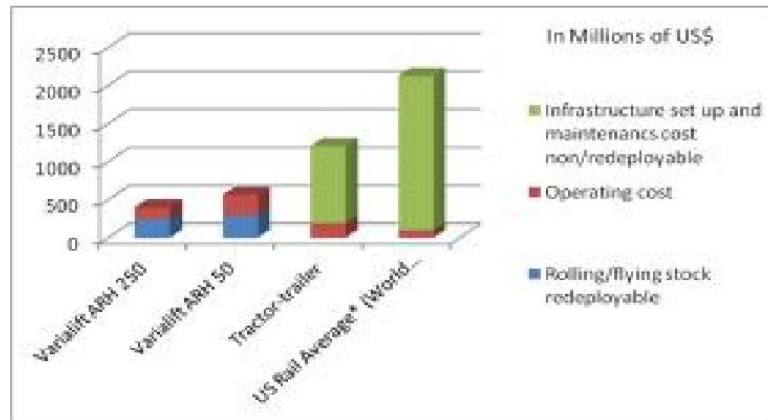


Figura 13: Case study of a mine operating in Canada

**Nota:** La figura 13 compara los costos de todas las tecnologías existentes para el transporte de concentrados de minerales. Fuente: Varialift Airships

**5.14. Datos de la tecnología Varialift**

Tabla 5: Datos de la tecnología Varialift

Dirigible	Unidades	
Distancia	325	km
Capacidad	250	Tn
Costo Toneladas/Hora	0.4	\$
Toneladas anuales	1,163,000	Producción 2019

Fuente: Elaboración propia

**5.15. Kilometraje directo de la mina al puerto**

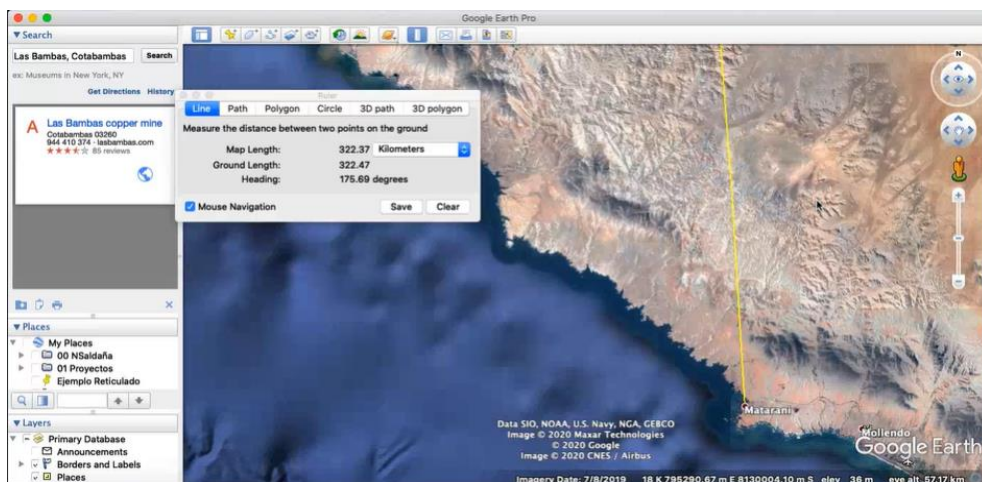


Figura 14: Kilometraje directo de la mina al puerto

**Nota:** Se puede apreciar la distancia total en línea recta proporcionada por el Google Earth desde el punto inicial hasta el punto de embarque.

### 5.16. Producción estimada en los próximos años de una minera en el sur en kt

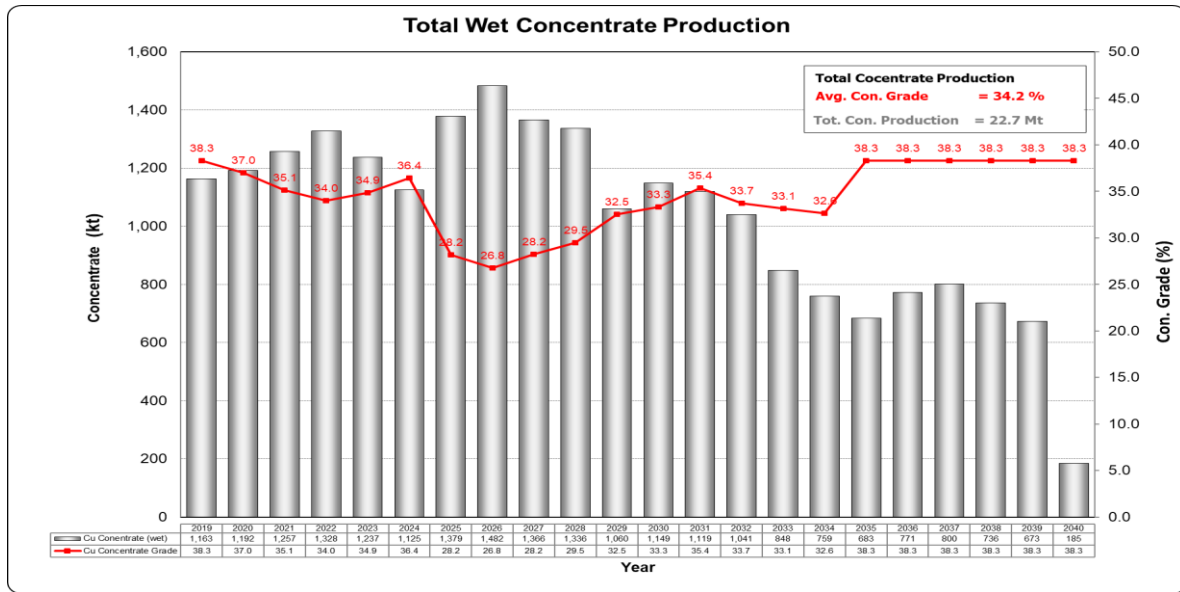


Figura 15: Producción estimada en los próximos años de una minera en el sur en kt

**Nota:** La figura 15 muestra la estimación de la producción anual desde el año 2019 al 2040. Para este estudio solo se tomó hasta el año 2037. Fuente: Planeamiento anual Excel minera del sur del Perú.

### 5.17. Costos total transporte bimodal incluido costo puerto

Tabla 6: Costos total transporte bimodal incluido costo puerto

AÑO	Flujo de Caja Total	
	Transporte Bimodal	
2019	145,524,165	
2020	127,003,975	
2021	122,162,676	
2022	121,677,715	
2023	122,138,101	
2024	119,759,317	
2025	108,211,051	
2026	89,709,200	
2027	84,607,120	
2028	85,222,598	
2029	84,571,538	
2030	81,434,445	
2031	78,909,767	
2032	80,139,910	
2033	87,581,309	
2034	86,492,355	
2035	81,131,955	
2036	73,261,779	
2037	77,290,946	
<b>Total</b>	<b>1,856,829,922</b>	

Fuente: Lipa, L et al. (2016). “Propuesta para la mejora del proceso de transporte de concentrado de cobre de la minera las bambas hacia la estación ferroviaria Kilómetro 99 Chasquipampa- Arequipa”.

### 5.18. Costo anual modificado sin cargos totales del puerto

Tabla 7: Costo anual modificado sin cargos totales del puerto

AÑO	Transporte Bimodal		Total
	Costo total	Cargos totales del puerto	
2019	145,524,165	30,600,995	114,923,170
2020	127,003,975	30,600,995	96,402,980
2021	122,162,676	30,600,995	91,561,681
2022	121,677,715	30,600,995	91,076,720
2023	122,138,101	30,600,995	91,537,106
2024	119,759,317	30,600,995	89,158,322
2025	108,211,051	30,600,995	77,610,056
2026	89,709,200	30,600,995	59,108,205
2027	84,607,120	30,600,995	54,006,125
2028	85,222,598	30,600,995	54,621,603
2029	84,571,538	30,600,995	53,970,543
2030	81,434,445	30,600,995	50,833,450
2031	78,909,767	30,600,995	48,308,772
2032	80,139,910	30,600,995	49,538,915
2033	87,581,309	30,600,995	56,980,314
2034	86,492,355	30,600,995	55,891,360
2035	81,131,955	30,600,995	50,530,960
2036	73,261,779	30,600,995	42,660,784
2037	77,290,946	30,600,995	46,689,951
		<b>Suma Total</b>	<b>1,275,411,017</b>

**Nota:** La **Tabla 7** calcula el costo anual ajustado restando los cargos totales del puerto, ya que solo se trabajará con el transporte del concentrado obviando los costos del puerto. *Fuente: Elaboración propia*

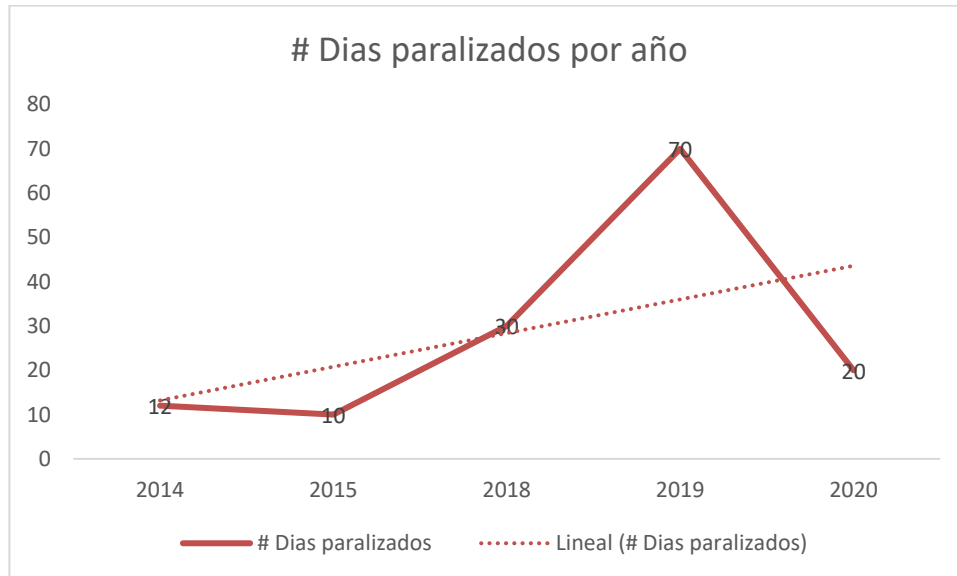
### 5.19. Paralizaciones por conflicto social corredor del sur del Perú

Tabla 8: Paralizaciones por conflicto social corredor del sur del Perú

Paralizaciones por conflicto social corredor del sur del Perú			
Año	# paralizados	Días	Mes de Inicio de Paralización
2014		12	No especifica
2015		10	No especifica
2018		30	Setiembre
2019		70	Febrero (50 días) y Octubre (20 días)
2020		20	Febrero
<b>PROMEDIO DIAS</b>		<b>28.4</b>	

**Nota:** Se recolectaron noticias y antecedentes de tesis donde especificaba el motivo de las paralizaciones ocurridas en el corredor minero del sur y se promediaron los días, tomando en cuenta que se realizan 28 días de paradas anualmente, esto afectara en los costos operativos sumados al transporte bimodal. *Fuente: Elaboración propia.*

### 5.20. Número de días paralizados.



*Figura 16: Número de días paralizados.*

**Nota:** La **figura 16** muestra las paralizaciones en diferentes años debido a conflictos sociales en la zona por donde pasa el corredor minero del sur del Perú. Se aprecia una línea de tendencia en crecimiento. *Fuente: Elaboración propia*

### 5.21. Costo mantenimiento de vías corredor minero

*Tabla 9: Costo mantenimiento de vías corredor minero*

	Soles	Dólares	Tipo de cambio
Costo mantenimiento de vías corredor minero	2,000,000.0	588235.3	3.4

*Fuente: Elaboración propia*

**Nota:** De acuerdo con un reporte realizado por Wayka.pe un portal a favor de los derechos humanos estimó el promedio de costo anual total de mantenimiento de vías del corredor minero debido a que la zona del corredor no está totalmente asfaltada y necesita un mantenimiento periódico. Este será sumado a los costos operativos del transporte bimodal. *Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 10: Riesgos ambientales y sociales de ambas tecnologías

SISTEMA DE TRANSPORTE	RIESGOS AMBIENTALES				RIESGOS SOCIALES
	En el AIRE Produce	En el AGUA Produce	En el SUELO Produce	En el Medio Biótico Produce	
<p>Transporte Bimodal</p>  	<p>Emisión de partículas (Polvo)</p> <p>Contaminación sonora (ruido)</p> <p>Gases de combustión y Gases efecto Invernadero</p>	<p>Partículas de polvo en los ríos y cuencas cerca</p> <p>Derrames de combustible materiales</p>	<p>Derrames de combustible material</p> <p>Hundimientos terreno</p> <p>Degradación suelos</p>	<p>de Remoción de vegetación y Disminución de la calidad Visual</p> <p>de Alteración de Hábitat y Migración de especies</p>	<p>Cambios en la dinámica poblacional</p> <p>Molestias por pérdida de calidad acústica: ruido y vibraciones</p> <p>Riesgos a afecciones a la salud por aspiración de polvo</p> <p>Incremento de peligros y accidentabilidad</p> <p>Rechazo de la empresa minera</p> <p>Cambio en oferta de bienes y servicios</p>



Tecnología Airship



Emisión de partículas  
(Polvo)

Contaminación sonora  
(ruido)

Gases de combustión y  
Gases efecto  
Invernadero

Alteración de Hábitat y  
Migración de especies

Cambio en oferta  
de bienes y  
servicios

Riesgos a  
afecciones a la salud  
por aspiración de  
polvo

Figura 17: Identificación de riesgos asociados a las dos tecnologías de transporte de concentrados

**Nota:** La identificación de riesgos fue asociada de acuerdo con bases teóricas sobre el tipo de transporte terrestre y aéreo. *Fuente: Elaboración propia*

Tabla 11: Matriz de costos

Año	Producción Anual	VARIABLES		TRANSPORTE BI MODAL		Diferencia (Dirigibles Económico)	-TOTAL
		Dirigibles Anual	PrecioFactor económico ajustado Bi modal	Costo mantenimiento de vías	Costo Paralización de		
2019	1,163,000	151,190,000	114,923,170	588668.14	142,746,301.37	-	107,068,140
2020	1,192,000	154,960,000	96,402,980	588668.14	146,305,753.42	-	88,337,402
2021	1,257,000	163,410,000	91,561,681	588668.14	154,283,835.62	-	83,024,185
2022	1,328,000	172,640,000	91,076,720	588668.14	162,998,356.16	-	82,023,744
2023	1,237,000	160,810,000	91,537,106	588668.14	151,829,041.10	-	83,144,815
2024	1,125,000	146,250,000	89,158,322	588668.14	138,082,191.78	-	81,579,182
2025	1,379,000	179,270,000	77,610,056	588668.14	169,258,082.19	-	68,186,806
2026	1,482,000	192,660,000	59,108,205	588668.14	181,900,273.97	-	48,937,147
2027	1,366,000	177,580,000	54,006,125	588668.14	167,662,465.75	-	44,677,259
2028	1,336,000	173,680,000	54,621,603	588668.14	163,980,273.97	-	45,510,545
2029	1,060,000	137,800,000	53,970,543	588668.14	130,104,109.59	-	46,863,321
2030	1,149,000	149,370,000	50,833,450	588668.14	141,027,945.21	-	43,080,063
2031	1,119,000	145,470,000	48,308,772	588668.14	137,345,753.42	-	40,773,194
2032	1,041,000	135,330,000	49,538,915	588668.14	127,772,054.79	-	42,569,638
2033	848,000	110,240,000	56,980,314	588668.14	104,083,287.67	-	51,412,270
2034	759,000	98,670,000	55,891,360	588668.14	93,159,452.05	-	50,969,480
2035	683,000	88,790,000	50,530,960	588668.14	83,831,232.88	-	46,160,861
2036	771,000	100,230,000	42,660,784	588668.14	94,632,328.77	-	37,651,781
2037	800,000	104,000,000	46,689,951	588668.14	98,191,780.82	-	41,470,400
<b>Total</b>	<b>21,095,000</b>	<b>2,742,350,000</b>	<b>1,275,411,017</b>	<b>11,184,695</b>	<b>2,589,194,521</b>	<b>IVAN</b>	<b>S/.731,454,443.47</b>

B/C

1



**Nota:** La **Tabla 6** describe el factor económico de cada tecnología proyectado desde el 2019 al 2037, los datos de producción anual fueron recolectados del **Figura 15**. Posteriormente el factor económico anual de la tecnología Airship fue obtenido con la producción anual multiplicada con la distancia y el costo por tonelada de la tecnología especificada en la **Tabla 05**. El costo anual del transporte Bimodal fue dividido en dos los costos fijos que incluyen el costo de mantenimiento de vías **Tabla 10** y los costos variables que se dividen en costo del factor económico ajustado calculado en la **Tabla 07** y el costo de paralización (Se promedió y la multiplicación se hace con 28 días anuales) **Tabla 8**, Los costos variarán según sea la producción anual esto depende la situación actual de la empresa, ya que puede significar un aumento o una disminución según sea el caso que se enfrente, pero se tomaron en cuenta los datos del **Figura 15**. Como resultado se obtiene el cálculo del costo anual según las tecnologías estudiadas. Además, fue analizado el VAN (Valor actual neto) que es utilizado como fórmula financiera para calcular la viabilidad de un proyecto, en este caso el VAN calculado fue de \$ 731,454.47 un ahorro significativo para la minera en el sur del Perú y el B/C (Costo beneficio) es 1 significando que los beneficios serán mayores a los costos si se implementa la tecnología Airship como solución al factor económico. Datos extraídos de la **Tabla 12**. *Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 12: Comparación Factor económico de las dos tecnologías de transporte

Año	Transporte Bimodal Anual	Dirigibles Precio Anual
2019	258,258,139.51	151,190,000
2020	243,297,401.56	154,960,000
2021	246,434,184.76	163,410,000
2022	254,663,744.30	172,640,000
2023	243,954,815.24	160,810,000
2024	227,829,181.92	146,250,000
2025	247,456,806.33	179,270,000
2026	241,597,147.11	192,660,000
2027	222,257,258.89	177,580,000
2028	219,190,545.11	173,680,000
2029	184,663,320.73	137,800,000
2030	192,450,063.35	149,370,000
2031	186,243,193.56	145,470,000
2032	177,899,637.93	135,330,000
2033	161,652,269.81	110,240,000
2034	149,639,480.19	98,670,000
2035	134,950,861.02	88,790,000
2036	137,881,780.91	100,230,000
2037	145,470,399.96	104,000,000
<b>TOTAL</b>	<b>3,875,790,232.21</b>	<b>2,742,350,000</b>
<b>AHORRO</b>	<b>1,133,440,232.21 USD</b>	

**Nota:** En la **Tabla 13** se compararon numéricamente los costos anuales de las tecnologías de transporte de concentrados. Estimando un ahorro de \$1, 333, 440,232.21 durante el periodo 2019-2037 si se aplicara la tecnología Airship para el transporte de concentrados. Se aprecia una gran diferencia con respecto a los costos de la nueva tecnología frente al transporte Bimodal siendo la primera más beneficiosa económicamente. Este ahorro representa el 10% de la inversión de la mina, dicho ahorro significa un mayor VAN y TIR.

*Fuente: Elaboración Propia*

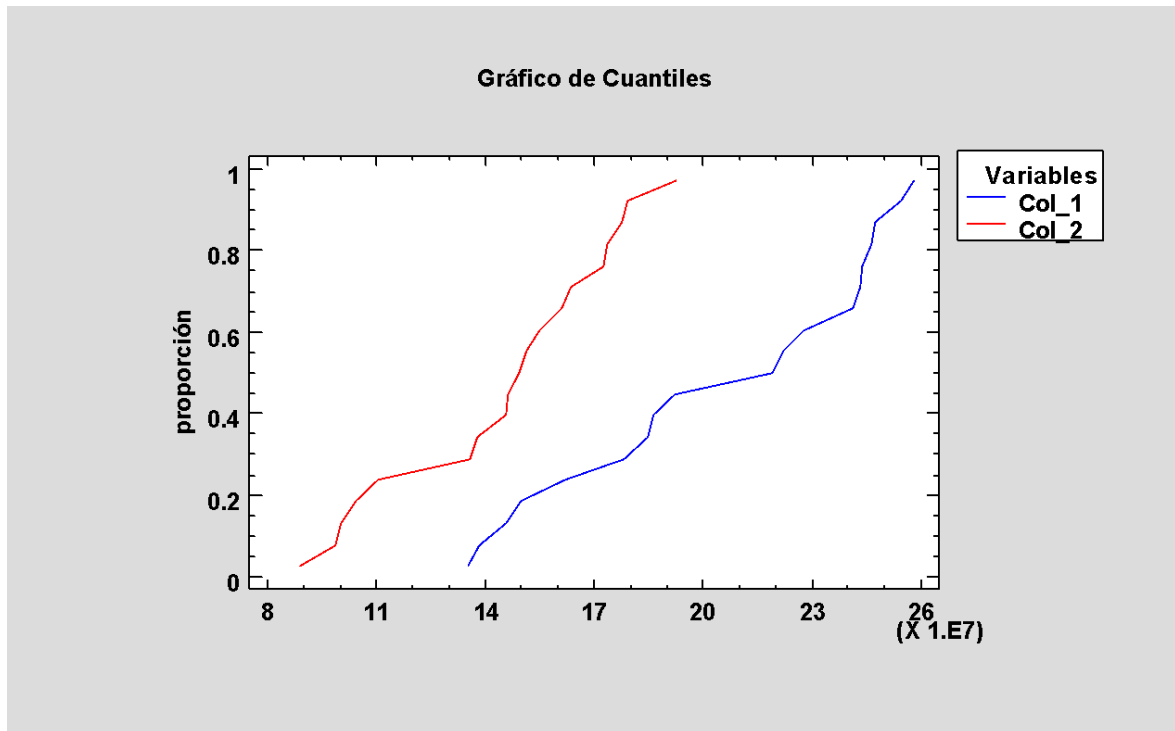


Figura 18: Gráfico de Cuantiles Factor económico

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el factor económico

Estadístico K-S bilateral para muestras grandes = 1.94666

Estadístico DN estimado = 0.631579

Valor P aproximado = 0.0010222

Este resultado se obtuvo realizando una prueba que calculaba las distribuciones acumuladas de las dos muestras sobre la distancia máxima. Como resultado de este caso, se obtuvo que la distancia máxima es 0.631579”, que puede verse en el **Figura 18**.

Según el Software STATGRAPHICS 18 “Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia. Estadísticamente significativa entre las dos distribuciones con un nivel de confianza del 95.0%”.

COMPONENTES SOCIOAMBIENTALES		IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES																	SUMA TOTAL	
		1. Emisión de Partículas (Polvo)	2. Contaminación sonora (Vibraciones, Ruido)	3. Emanación de gases (Combustión y Efecto invernadero)	4. Derrames materiales o combustible	5. Partículas de polvo en los ríos y sembríos	6. Derrame de combustibles y materiales	7. Hundimiento de terreno	8. Degradación de suelos	9. Remoción de vegetación	10. Disminución de la calidad visual	11. Alteración de hábitat y migración de especies	12. Cambios en la dinámica poblacional	13. Molestias por pérdida de calidad acústica: ruido	14. Riesgos a afecciones a la salud por aspiración de polvo	15. Incrementos de peligros y accidentabilidad	16. Cambio en oferta de bienes y servicios	17. Rechazo de la empresa Minera		
Físico	Aire	-4	-3	-5															-12	-33
		4	2	5															11	
	Agua				-5	-4													-9	
Físico					4	4													8	
	Suelo						-5	-3	-4										-12	30
Medio biótico																			11	
	Flora									-2	-4								-6	-9
										3	3								6	
Medio biótico	Fauna																		-3	9
																			3	
Social	Demografía																		-15	-15
																			4	
	Económico																		14	
Social																			4	
	Comunicación																		5	-5
																			5	5
																			5	23

Figura 19: Matriz Riesgos socio ambientales – Transporte Bimodal

**Nota:** La **Figura 19** evalúa los riesgos sociales y ambientales del transporte bimodal identificados anteriormente en el instrumento **Figura 17**. La presente matriz está constituida por componentes socio ambientales en la columna izquierda y las acciones o riesgos asociados que impactarán en la fila superior. Se asignaron los mismos colores tanto para filas y columnas con el fin de ser identificados rápidamente. La evaluación está constituida de dos aspectos, la magnitud y la importancia. Estos serán medidos en un rango del 1 al 5. La magnitud, la cual se define como el grado, extensión o escala del impacto podrá ser + o - y la importancia, la cual refleja la significación humana del impacto. El significado de los rangos de cada aspecto está descrito en las **Figura 20 y 21**. Cada riesgo será evaluado con los componentes asignados por colores para posteriormente ser sumados dando como resultado las **figuras 2 y 3**. *Fuente: Elaboración Propia*

	MAGNITUD	VALOR
<b>BAJA</b>	Muy Baja Magnitud	1
	Baja Magnitud	2
<b>MEDIA</b>	Mediana Magnitud	3
	Alta magnitud	4
<b>ALTA</b>	Muy alta magnitud	5

*Figura 20: Magnitud de los riesgos transporte Bimodal*

**Nota:** La magnitud está definida por el tamaño del impacto, el grado puede ser positivo o negativo. La descripción de la escala se encuentra en esta tabla. *Fuente: Elaboración Propia.*

	IMPORTANCIA	VALOR
<b>BAJA</b>	Sin Importancia	1
	Poca Importancia	2
<b>MEDIA</b>	Mediana	3
	Importancia	
<b>ALTA</b>	Importante	4
	Muy Importante	5

*Figura 21: Magnitud de los riesgos tecnología Airships*

**Nota:** La importancia dependerá del grado de incidencia del impacto como una significación humana. *Fuente: Elaboración Propia.*

COMPONENTES SOCIOAMBIENTALES		IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES										SUMA TOTAL	TOTAL							
		1. Emisión de Partículas (Polvo)	2. Contaminación sonora (Vibraciones, Ruido)	3. Emanación de gases (Combustión y Efecto	4. Derrames materiales o combustible	5. Partículas de polvo en los ríos y sembríos	6. Derrame de combustibles y materiales	7. Hundimiento de terreno	8. Degradación de suelos	9. Remoción de vegetación	10. Disminución de la calidad visual	11. Alteración de hábitat y migración de especies	12. Cambios en la dinámica poblacional	13. Molestias por pérdida de calidad acústica: ruido	14. Riesgos a afecciones a la salud por aspiración	15. Incrementos de peligros y accidentalidad	16. Cambio en oferta de bienes y servicios	17. Rechazo de la empresa Minera	SUMA TOTAL	TOTAL
Físico	Aire	-3	-2	-5															-10	-10
		3	1	5															9	
	Agua				0	0													0	
					0	0													0	
	Suelo					0	0	0											0	
						0	0	0											0	9
Medio biótico	Flora								0	0									0	-4
									0	0									0	
	Fauna										-4								-4	
											3								3	3
Social	Demografía										0	0	-2	0					-2	-6
											0	0	4	0					4	
	Económico															-4			-4	
																4			4	
	Comunicación															0	0		0	
																0	0		0	8

Figura 22: Matriz Riesgos socio ambientales – Tecnología Airships

*Nota:* En la **Figura 22** se evaluaron los riesgos sociales y ambientales de la tecnología Airships previamente identificados en el instrumento de la **Figura 17**. Se utiliza la misma metodología que en la **Figura 21**, y los rangos son tomados de las **figuras 23 y 24**. Los resultados de las sumas son expuestos en las **Figuras 2 y 3**.

*Fuente:* Elaboración Propia.

	MAGNITUD	VALOR
BAJA	Muy Baja Magnitud	1
	Baja Magnitud	2
MEDIA	Mediana Magnitud	3
	Alta magnitud	4
ALTA	Muy alta magnitud	5

*Figura 23: Magnitud de los riesgos tecnología Airship*

*Nota:* La magnitud está definida por el tamaño del impacto, el grado puede ser positivo o negativo. La descripción de la escala se encuentra en esta tabla.

*Fuente:* Elaboración Propia.

	IMPORTANCIA	VALOR
BAJA	Sin Importancia	1
	Poca Importancia	2
MEDIA	Mediana	3
	Importancia	
ALTA	Importante	4
	Muy Importante	5

*Figura 24: Magnitud de los riesgos tecnología Airship*

*Nota:* La importancia dependerá del grado de incidencia del impacto como una significación humana.

*Fuente:* Elaboración Propia.

	Peso del factor	Transporte Bimodal				Transporte tecnología alternativa	
		Alternativa #1		Alternativa #2			
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
<b>FACTOR ECONOMICO</b>	40%						
Mejorar la utilidad de la empresa	25%	2	0.5	4	1	3	0.75
Minimizar el costo equivalente	15%	2	0.15	4	0.6	4	0.6
<b>FACTOR SOCIAL</b>	25%						
Minimizar los conflictos sociales	10%	1	0.1	4	0.4	4	0.4
Mejorar la aceptación social y comunicación con la empresa	7%	2	0.14	3	0.21	4	0.28
Minimizar el riesgo de enfermedades crónicas	5%	2	0.1	3	0.15	3	0.15
Minimizar el tráfico en el corredor minero del sur	8%	1	0.08	4	0.32	5	0.4
Minimizar el peligro y la accidentabilidad de la comunidad	5%	2	0.1	4	0.2	4	0.2
<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	25%						
Minimizar la contaminación por aire	7%	2	0.14	3	0.21	2	0.14
Minimizar la contaminación por agua	6%	3	0.18	4	0.24	5	0.3
Minimizar la contaminación por suelo	7%	2	0.14	2	0.14	5	0.35
Minimizar la contaminación medio biótico	5%	2	0.1	3	0.15	2	0.1

Calificación	100%	Puntaje	1.73	Puntaje	3.62	Puntaje	3.67
Muy cuestionable	1						
Cuestionable	2	<b>Puntaje total</b>		2.68			3.67
Satisfactoria mente cuestionable	3						
Favorable	4						
Muy Favorable	5						

Figura 25: Matriz de decisión

**Nota:** Analizando los resultados de las Figuras 1, 2 y 3 se respondieron los ítems de la matriz de decisión. La distribución de los factores fue la siguiente:

Factor económico: 40%

Factor social: 35%

Factor ambiental: 25%

Esto da un total del 100%, realizándose la comparación para las tecnologías de transporte en la Figura 4. Cada ítem tiene asignado un porcentaje y la calificación se evaluó en un rango de 1 a 5 especificada en la Figura 25 se muestra la descripción de los rangos. Fuente: Coz et al., (2019), Matriz de evaluación de proyectos. P 49



## 5.22. Matriz de Costos

Tabla 13: Instrumento matriz de costos

Año	VARIABLES		TRANSPORTE BI MODAL		Diferencia (Dirigibles -TOTAL)
	Producción Anual	Dirigibles Precio Anual	Factor económico o ajustado	Costo mantenimiento vías	
2019					
2020					
2021					
2022					
2023					
2024					
2025					
2026					
2027					
2028					
2029					
2030					
2031					
2032					
2033					
2034					
2035					
2036					
2037					
<i>Total</i>					<b>VAN B/C</b>

Fuente: Elaboración Propia

**5.23. Ficha identificación de riesgos socioambientales**



RIESGOS ASOCIADOS					
SISTEMA DE TRANSPORTE	RIESGOS AMBIENTALES				RIESGOS SOCIALES
	En el AIRE Produce	En el AGUA Produce	En el SUELO Produce	En el Medio Biótico Produce	
<b>Transporte Bimodal</b>					
					
<b>Tecnología Airship</b>					
					

Figura 26: Ficha identificación de riesgos socioambientales

Fuente: Elaboración Propia

### 5.24. Matriz de Leopold

<b>COMPONENTES SOCIOAMBIENTALES</b>	
<b>IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES</b>	
1. Emisión de Partículas (Polvo)	
2. Contaminación sonora (Vibraciones, Ruido)	
3. Emanación de gases (Combustión y Efecto	
4. Derrames materiales y combustible	
5. Partículas de polvo en los ríos y sembríos	
6. Derrame de combustibles y materiales	
7. Hundimiento de terreno	
8. Degradación de suelos	
9. Remoción de vegetación	
10. Disminución de la calidad visual	
11. alteración y migración de especies	
12. Cambios en la dinámica poblacional	
13. Molestias por pérdida de calidad acústica: ruido	
14. Riesgos a afecciones a la salud por aspiración de	
15. Incrementos de peligros y accidentabilidad	
16. Cambio en oferta de bienes y servicios	
17. Rechazo de la empresa Minera	
<b>SUMA TOTAL</b>	
<b>TOTAL</b>	

<b>Físico</b>	<b>Aire</b>
	<b>Agua</b>
	<b>Suelo</b>
<b>Medio biótico</b>	<b>Flora</b>
	<b>Fauna</b>
<b>Social</b>	<b>Demografía</b>
	<b>Económico</b>
	<b>Comunicación</b>

Figura 27: Matriz Leopold para factores sociales y ambientales

Fuente: Elaboración Propia

### 5.25. Matriz de Decisión


	Peso del factor	Transporte Bimodal			Transporte tecnología alternativa	
		Alternativa #1		Alternativa #2		
		Transporte de concentrado por camiones	Transporte de concentrado por vía férrea	Transporte de concentrado por dirigible		
	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
<b>FACTOR ECONOMICO</b>	40%					
Mejorar la utilidad de la empresa	25%					
Minimizar el costo equivalente	15%					
<b>FACTOR SOCIAL</b>	25%					
Minimizar los conflictos sociales	10%					
Mejorar la aceptación social y comunicación con la empresa	7%					
Minimizar el riesgo de enfermedades crónicas	5%					
Minimizar el tráfico en el corredor minero del sur	8%					
Minimizar el peligro y la accidentabilidad de la comunidad	5%					
<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	25%					
Minimizar la contaminación por aire	7%					
Minimizar la contaminación por agua	6%					
Minimizar la contaminación por suelo	7%					
Minimizar la contaminación medio biótico	5%					

Calificación	100%	Puntaje	Puntaje	Puntaje	Puntaje
Muy favorable	1				
Favorable	2	<b>Puntaje total</b>			
Satisfactorio	3				
Cuestionable	4				
Muy Cuestionable	5				

Figura 28: Matriz de Decisión

Fuente: Coz; Guzmán & Ríos (2019), Matriz de evaluación de proyectos. P 49

5.26. Matriz de Experto 1



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE


MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Evaluación del transporte de concentrados de minerales, entre transporte bimodal y la tecnología airships para una minera en el sur		
Línea de investigación:		Desarrollo Sostenible y Gestión Empresarial		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Sistema de Transporte de Concentrados minerales		
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	/		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	/		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	/		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	/		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	/		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	/		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	/		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	/		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	/		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	/		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	/		
<p>Sugerencias: <i>Recomiendo agregar un factor que tome en cuenta lo técnico de ambas propiedades. (Bimodal y Airship) dicho en otros palabras - "Factor Técnico"</i></p>				
Nombre completo: <i>Jesús G. Vilca Pérez</i>		 <small>Jesús Gabriel Vilca Pérez ING. DE MINAS N.º C.º: 133031</small>		
DNI: <i>41779520</i>		Firma del Experto		
Profesión: <i>Ing. Minas</i>				
Grado: <i>Minería</i>				

Figura 29: Ingeniero de minas Jesús Gabriel Vilca Pérez

### 5.27. Matriz de Experto 2




<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de la investigación:</b>		Evaluación del transporte de concentrados de minerales, entre transporte bimodal y la tecnología airships para una minera en el sur		
<b>Línea de investigación:</b>		Desarrollo Sostenible y Gestión Empresarial		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>		Sistema de Transporte de Concentrados minerales		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		Se sugiere ser más específico
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		
<b>Sugerencias:</b> Especificar la matriz para el indicador ambiental, debe tener relación los objetivos con el problema, ¿es aircraft o airship?				
Nombre completo: Juan Antonio Vega González		 Dr. Juan Antonio Vega González Firma del Experto		
DNI: 18212091				
Profesión: Ing. Metalurgista				
Grado: Dr. En Ciencias e Ingeniería				

Figura 30: Ingeniero metalúrgico Juan Antonio Vega Gonzales

### 5.28. Matriz de Experto 3




MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
<b>Título de la investigación:</b>		Evaluación del transporte de concentrados de minerales, entre transporte bimodal y la tecnología airships para una minera en el sur		
<b>Línea de investigación:</b>		Desarrollo sostenible y Gestión empresarial		
<b>Desarrollo sostenible y gestión empresarial</b>		Sistema de Transporte de Concentrados minerales		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		Guardando la confidencialidad de la información.
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias:</b> Podría ser que alguna información o causa se pueda quedar sin analizar. Para lo cual el análisis debe considerar los factores o causas con carácter robusta para evitar que cualquier variación de alguna variable modifique significativamente el resultado.				
Nombre completo: Nicolás Cristian Saldaña Ojeda DNI: 40158495 Profesión: Ingeniero Mecánico Eléctrico Grado: MBA		 Firma del Experto		

Figura 31: Ingeniero Mecánico eléctrico Nicolas Cristian Saldaña Ojeda