



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE  
MEDIANTE CABLES CARRILES EN LA MINA PIÑIPATA-  
CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Rosa Aidée Chuquiruna Carranza  
Ruth Cecilia Cueva Estrada

Asesor:

Ing. Luque Luque, Elmer Ovidio

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis primeramente a Dios; quien supo guiarnos por el buen camino, por haber estado con nosotras, cuidándonos, y dándonos fortaleza para continuar.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo incondicional, sus consejos, comprensión, amor y quien a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación.

## AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por guiar nuestros pasos diariamente, permitiéndonos aprender de nuestros errores con entereza y aplomo; a nuestros padres; Por la paciencia, apoyo y tiempo que nos dedicaron. Por ser el ejemplo en nuestras vidas y creer en nosotras.

Nuestros sinceros agradecimientos a nuestro estimado asesor Ing. Luque Luque, Elmer Ovidio por ser parte importante de nuestro crecimiento como personas y profesionales.

## 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 GRÁFICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema.....	22
1.3. Objetivos .....	22
1.4. Hipótesis.....	22
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
2.1. Tipo de investigación .....	23
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	23
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	23
2.4. Procedimiento .....	24
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
3.1. Análisis De Tiempos Del Sistema De Transporte Mediante Cables Carriles .....	25
3.2. Análisis de los Costos del Sistema de Transporte Mediante Cable Carriles .....	42
3.3. Comparación de los Tres Sistemas de Cables Carriles .....	45
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Ubicación.....	20
Tabla N° 2: Vías de accesos hacia la mina.....	20
Tabla N° 3: Análisis de tiempo de transporte del Primer Cable Carril .....	26
Tabla N° 4: Análisis de tiempo de transporte del Segundo Cable Carril .....	31
Tabla N° 5: Análisis de tiempo de transporte del Tercer Cable Carril.....	36
Tabla N° 6: Resumen de costos del Primer Cable Carril .....	42
Tabla N° 7: Resumen de costos del Segundo Cable Carril .....	43
Tabla N° 8: Resumen de costos del Tercer Cable Carril.....	44
Tabla N° 9: Comparación de tiempos de los Tres Cables Carriles.....	45
Tabla N° 10: Comparación de costos de los Tres Cables Carriles (Costo/TM) .....	46
Tabla N° 11: Costo de Mano de Obra del Primer Cable Carril.....	52
Tabla N° 12: Costos de Mantenimiento del Primer Cable Carril .....	52
Tabla N° 13: Costo de EPP del Primer Cable Carril .....	53
Tabla N° 14: Costo de Equipos del Primer Cable Carril.....	53
Tabla N° 15: Costo de Materiales del Primer Cable Carril .....	53
Tabla N° 16: Costo de Mano de Obra del Segundo Cable Carril .....	54
Tabla N° 17: Costos de Mantenimiento del Segundo Cable Carril .....	54
Tabla N° 18: Costo de EPP del Segundo Cable Carril.....	55
Tabla N° 19: Costo de Equipos del Segundo Cable Carril .....	55
Tabla N° 20: Costo de Materiales del Segundo Cable Carril .....	55
Tabla N° 21: Costo de Mano de Obra del Tercer Cable Carril .....	56
Tabla N° 22: Costo de Mantenimiento del Tercer Cable Carril.....	56
Tabla N° 23: Costo de EPP del Tercer Cable Carril.....	57
Tabla N° 24: Costo de Equipos del Tercer Cable Carril .....	57
Tabla N° 25: Costo de Materiales del Tercer Cable Carril.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Sistema de transporte del cable carril. ....	15
Ilustración 2: Jaula o Skip. ....	16
Ilustración 3: Estructura de soporte.....	18
Ilustración 4: Carrete actual .....	18
Ilustración 5: Transporte Mediante Cable Carril.....	19
Ilustración 6: Ubicación de los 3 cables carriles .....	25

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Tiempos de carga del Primer Cable Carril .....	26
Gráfico N° 2: Tiempos de Ida del Primer Cable Carriles.....	27
Gráfico N° 3: Tiempos de Descarga del Primer Cable Carril.....	27
Gráfico N° 4: Tiempos de Retorno del Primer Cable Carril.....	28
Gráfico N° 5: Tiempos de Tiempo Muerto del Primer Cable Carril .....	29
Gráfico N° 6: Tiempo total del Primer Cable Carriles.....	29
Gráfico N° 7: Tiempo Promedio del Primer Cable Carril.....	30
Gráfico N° 8: Tiempos de carga del Segundo Cable Carril.....	31
Gráfico N° 9: Tiempos de Ida del Segundo Cable Carril.....	32
Gráfico N° 10: Tiempos de Descarga del Segundo Cable Carril .....	33
Gráfico N° 11: Tiempos de Retorno del Segundo Cable Carril .....	33
Gráfico N° 12: Tiempo muerto del Segundo Cable Carril .....	34
Gráfico N° 13: Tiempo Total del Segundo Cable Carril.....	35
Gráfico N° 14: Tiempos Promedio del Segundo Cable Carril .....	35
Gráfico N° 15: Tiempos de carga del Tercer Cable Carril .....	37
Gráfico N° 16: Tiempos de Ida del Tercer Cable Carril .....	37
Gráfico N° 17: Tiempos de Descarga del Tercer Cable Carril .....	38
Gráfico N° 18: Tiempos de Retorno del Tercer Cable Carril .....	39
Gráfico N° 19: Tiempos muertos del Tercer Cable Carril.....	40
Gráfico N° 20: Tiempo Total del Tercer Cable Carril .....	40
Gráfico N° 21: Tiempo Promedio del Tercer Cable Carril.....	41
Gráfico N° 22: Resumen de costos del Primer Cable Carril.....	42
Gráfico N° 23: Resumen de costos del Segundo Cable Carril .....	43
Gráfico N° 24: Resumen de costos del Tercer Cable Carril .....	44
Gráfico N° 25: Tiempo de los Tres Cable Carriles .....	45
Gráfico N° 26: Comparación de Costos de los Tres Cables Carriles (Costo/TM) .....	46

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación ha sido realizado en la mina Piñipata, ubicada en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc – Cajamarca con el objetivo de evaluar el sistema de transporte mediante cable carriles para determinar si éstas trabajan de manera eficiente.

Para lograr el objetivo principal se consideró analizar 3 cables carriles en operación con el fin de determinar los tiempos empleados en el sistema, asimismo a considerar los costos del sistema y posteriormente comparar los tiempos y costos entre estos sistemas de transporte que son empleados.

Finalmente con los resultados obtenidos identificamos que de los tres sistemas de transporte, el segundo cable carril es más eficiente porque genera la misma cantidad de TM que los otros dos cables carriles en menor tiempo por ciclo de transporte; y de acuerdo a los resultados de Costos/TM determinamos que el Segundo cable carril es el más económico, ahorrando un total S/.0.20 TM, con respecto a los otros dos cables carriles.

**Palabras clave:** cable carril, transporte minero, cabrestante

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La mina Piñipata ubicada en Bambamarca, es una mina de carbón que actualmente cuenta con una forma de explotación completamente artesanal, el carbón se extrae con las herramientas más rudimentarias como pico, lampa, costales, motos para transportar el carbón, desde interior mina hacia superficie. En la mina, la explotación es al azar sin criterio técnico, y sin las mínimas condiciones de seguridad ni protección al personal, en esta mina la explotación lo realizan los mismos dueños del terreno.

En la superficie, para transportar el carbón de un lugar a otro se hace mediante cables carriles con jaulas de 0.5 ton el cual está conectado a un winche de motor, esto con la finalidad de facilitar su traslado. Consideramos que la presente investigación nos permitirá determinar si los cables carriles se está desarrollando de manera eficiente, económica y segura. Definitivamente, la evaluación nos permitirá si estas operaciones se están desarrollando dentro de los parámetros operacionales, de seguridad y dentro de los estándares nacionales e internacionales.

El análisis de costos de las operaciones asimismo como los costos por mano de obra por cable carril nos ayudara a orientar a un mejoramiento de su eficiencia en el transporte para una mejor rentabilidad.

(Lozano Taylor, Keith Tapia, & Fonseca Chon, 2014) Nos dice en su investigación que: la reducción de los costos de producción se ha convertido en la forma más segura para incrementar las utilidades; por esto se dice que la reducción de costos es una buena fuente de ingreso, siempre y cuando ésta no disminuya la calidad del producto o servicio.

Según (Orro Arcay, Novales Ordax, & Rodríguez Bugarín, 2003) en su libro nos menciona lo siguiente: Los transportes por cable han sido utilizados, a lo largo de centenares de años, para transportar mercancías, animales y personas; en las civilizaciones orientales (China, Japón e India) o en las antiguas civilizaciones sudamericanas, como los incas en el Perú. En los países en los que las profundas gargantas y los ríos turbulentos constituyen un obstáculo para las líneas de transporte, la fuerza de la necesidad permitió el desarrollo de soluciones basadas en cuerdas y cables.

(James R & Raji , 2012) Nos dice en su investigación que: Los minerales constituyen el elemento base de la mayoría de las industrias. En prácticamente todos los países del mundo se realiza algún tipo de explotación minera. Esta actividad tiene importantes repercusiones económicas, ambientales, laborales y sociales, tanto en los países o regiones en que se practica como a escala global.

(Danús Vásquez & Vera Iturra, 2010) Nos menciona que: El carbón mineral es una roca sedimentaria, localizada generalmente bajo una capa de arena, pizarra o arcilla, y es utilizada como combustible fósil gracias a su alto contenido en carbono.

(Elard & León, 2006) Nos dice en su revista de investigación que: El carbón es un recurso abundante, de amplia distribución geográfica, por lo que, a largo plazo, aventaja a otros combustibles competitivos.

Asimismo (Elard & León, 2006) Nos dice que: Un auge mundial del uso del carbón, así como de su minería, en el momento actual, está contribuyendo a compensar algunas presiones económicas del aumento del precio del petróleo, y representa un importante cambio en el consumo de energía.

La industria minera no es ajena al sistema de transporte (Alvarez Huanca, 2014) afirma que esta actividad: requiere de una serie de instalaciones, mecanismos, normas, personal y equipos debidamente adaptados los que permitirán transportar el material fragmentado de un lugar a otro desde las diferentes labores subterráneas hacia superficie, para beneficio de la organización.

Igualmente (Alvarez Huanca, 2014) Nos dice: En toda empresa minera es fundamental poder obtener el mayor rendimiento de los equipos, esto lleva a considerar con mucha importancia el número adecuado de equipos que satisfagan con las exigencias de la operación.

(Darling, 2011) Nos menciona que: “tanto en la extracción de mineral en bruto como en su posterior procesamiento, rige en parte su ubicación”. Puesto que estos requisitos ciertamente ayudan a dictar la forma en que se transportan los productos minerales y la naturaleza y el alcance de las mejoras en el sitio de la mina.

Además (Orro Arcay, Novales Ordax, & Rodríguez Bugarín, 2003) nos indica que: Puede considerarse como un medio de transporte independiente, diferente de los clásicos como carretera, ferrocarril, aéreo, marítimo y tubería.

También (Orro Arcay, Novales Ordax, & Rodríguez Bugarín, 2003) en su trabajo de investigación transporte por cable sostiene que: El transporte por cable es un instrumento adecuado, en ocasiones el único para resolver determinadas necesidades de transporte. Se emplea principalmente para transporte de pequeñas distancias con desniveles excepcionales especialmente complicada, así como en algunas aplicaciones turísticas por el propio atractivo de este tipo de transporte por cable para mercancía.

(López Aguilar, 2009) Nos dice que: Prácticamente toda decisión implica un costo, ya que al tomar una opción se está dejando a un lado toda una serie de alternativas. Sin

embargo, en cualquier caso es en la actividad de las empresas donde los costos ocupan un lugar más relevante. Por una parte, los costos son importantes, pues ayudan a seleccionar las mejores decisiones para ajustarse a los objetivos de la empresa. Asimismo, permite en qué medida las empresas utilizan adecuadamente los recursos y factores productivos.

Asimismo (Rivero Zanatta, 2013) Nos dice que los costos: Son todos los recursos empleados en la producción de un bien en una empresa industrial, también se puede definir como todo hecho cuantificable para obtener un bien o servicio que generara un beneficio o utilidad futura.

Según (Laporta, 2016) Nos menciona que: costo de producción es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se ha incurrido o se va a incurrir o que deben consumos en los centros de producción y/o operativos para obtener un producto terminado en condiciones de ser entregado al sector comercial. Cuando se trata de empresas de servicios, se conoce como costo operativo.

(Charles T , Srikant M , & Madhav V, 2012) Nos dice en su investigación que: Los sistemas de costeo registran el costo de los recursos adquiridos, como materiales, mano de obra y equipo, y dan seguimiento a la manera en que tales recursos se utilizan para producir y vender productos o servicios. El registro de los costos de los recursos adquiridos y usados permite a los administradores observar la manera en que se comportan los costos.

## Transporte en la minería

Es todo sistema utilizado para el traslado masivo continuo de productos minerales, por métodos no convencionales. Los sistemas a utilizarlas podrán ser: fajas transportadoras, tuberías y cables carriles. (Guía de inversiones de la gran y mediana minería, 2008).

Tipos de Transporte: La clasificación del transporte minero puede resumirse de acuerdo a los siguientes parámetros:

Según su método de minado:

Transporte minero subterráneo: Es el proceso de traslado del material desde las labores subterráneas hasta superficie y transporte minero superficial: Es el proceso de traslado del material con equipos de gran envergadura, capaces de mover grandes cantidades de material al día producto de la voladura. (Díaz Aguado, 2006).

Según su tipo de proceso:

Transporte de flujo continuo: se consideran a las fajas transportadoras, tuberías, cable carril etc , y transporte de flujo discontinuo: se considera al transporte sobre rieles, trackless e izaje. (Díaz Aguado, 2006).

Según su dirección:

Transporte horizontal: Es el transporte que se realiza en labores horizontales o con poca inclinación, siendo más barato que otros sistemas; transporte inclinado: realizado en labores que poseen pendientes como rampas, chiflones o inclinados; transporte vertical: este se realiza en labores cuya pendiente excede a los 45° y puede usarse para el transporte de personal y mineral; transporte combinado: es el sistema de transporte más empleado y combina los diferentes sistemas de transporte anteriormente descritos. (Díaz Aguado, 2006).

Según su sentido: transporte ascendente: transporte que se realiza con desplazamiento positivo (+) y transporte descendente: Es el transporte que se realiza en desplazamiento negativo (-).

Según el tipo de minería:

Transporte de minería metálica: Transporta material con contenidos metálicos. Es la más importante por su volumen y valor de producción y transporte de minería no metálica: realiza la extracción de minerales no metálicos de los depósitos naturales de arena y roca, así como sedimentos orgánicos (Díaz Aguado, 2006).

Según la masa que transporta:

Transporte de mineral: Es el que se realiza desde interior mina hacia la tolva de finos; transporte de desmonte: el cual es transportado hacia la desmontera por no poseer valor económico y transporte de agregado: es el que se realiza desde superficie hasta interior mina, con el fin de realizar el mantenimiento de las vías y ventanas. (Díaz Aguado, 2006).

Instalación De Transporte

Se conoce como instalaciones de transporte por cable aquellas instalaciones en las que se emplean cables metálicos, situados a lo largo del recorrido efectuado, bien para construir la vía de circulación de los vehículos o bien para transmitir a los mismos un esfuerzo motor (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

Ilustración 1: Sistema de transporte del cable carril.



Fuente: Elaboración propia

### Clasificación de las Instalaciones de Transporte por Cable

Las instalaciones de transporte por cable pueden clasificarse de distinta forma según las bases que se consideren. Previamente a estas clasificaciones es interesante definir los principales tipos de cables que se utilizan en estas instalaciones:

**Cable portante:** constituye la vía de circulación y soporta la carga, también se conoce como cable carril o portador.

**Cable tractor:** transmite la fuerza para el movimiento, también se conoce como cable de tracción se conoce también como portador- tractor. (Díaz Aguado, 2006)

### Elementos del Sistema de Transporte por Cable Carril

**Jaula:** es el elemento de extracción de personal, material, maquinaria y vagones, que pueden ir llenos o vacíos. Está formada por una caja de chapa de acero o de aleaciones ligeras, normalmente perforada para aligerar peso, con una armadura que le da solidez y consistencia. (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

Tienen uno o varios pisos y están dotadas de un hueco practicable en el techo y en el piso intermedio para una hipotética evacuación del personal en emergencias. En su interior, tienen una vía que puede ser sencilla o doble, así como topes de sujeción de vagones para evitar oscilaciones y movimientos bruscos que desequilibren la jaula. (Díaz Aguado, 2006).

Ilustración 2: Jaula o Skip.



Fuente: Elaboración Propia

**Cable Carril:** Es el cable que se encarga de soportar el peso tanto del vehículo como el de su carga y también sirve de guía al recorrido de este. Se encuentra fijo y anclado en sus dos extremos, puede ir apoyado a lo largo del recorrido dependiendo de la topografía para así evitar grandes deflexiones que impida el desplazamiento correcto del vehículo. (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

**Cable tractor o motriz:** Es un cable o un par de ellos, con una trayectoria paralela al cable carril, el cual trasmite el movimiento desde el sistema motriz hasta la jaula. En algunos casos pueden actuar también como cable carril. (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

Alambre: Son hilos metálicos que constituyen el elemento más simple de un cable. La resistencia de este así como su flexibilidad y tenacidad dependen del material y diámetro de los hilos, los alambres son de acero y su resistencia depende por el porcentaje de carbono.

(Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

Anclaje: Constituye un medio esencial para garantizar la estabilidad de diversas estructuras. Pueden usarse en forma muy ventajosa en cualquier situación que se necesita su anda de la masa de suelo para soportar un determinado estado de esfuerzos o tensiones. Los anclajes son tipos especiales de cimentación, diseñadas para resistir una fuerza de tensión lateral o hacia arriba transmitida al suelo. (Díaz Aguado, 2006)

Bloques de anclaje: son semejantes a muros incrustados en el suelo; su capacidad está regida por la capacidad de soporte al empuje pasivo del suelo y/o peso del bloque.

Barras de anclaje: tipo pilotes de fricción; sus capacidades están definidas por la fricción o esfuerzo cortante que se desarrolla a lo largo del cuerpo cilíndrico del hormigón en forma de anclaje. (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

Estructura de soporte: Está diseñada para resistir la tensión del cable carril por peso propio y la horizontal por fricción y empuje pasivo. El material del bloque de anclaje es hormigón, con un volumen considerado sin afectar al costo.

Para garantizar la adherencia entre el cable y el bloque de anclaje, se diseñó una placa que cumple con las condiciones de flexión y corte, es decir que requieren el área necesaria para que se distribuya de una manera uniforme la presión sobre la cara de hormigón de contacto, y estimando una profundidad de anclaje necesario para garantizar el trabajo a corte sobre el bloque. (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015).

Ilustración 3: Estructura de soporte



Fuente: Elaboración Propia

Carrete: Es un sistema de enrollamiento con un movimiento rotacional, es decir, realiza su movimiento en torno a un eje que en sus extremos lleva enganchado las jaulas o los skips.

Ilustración 4: Carrete actual



Fuente: Propia

### Transporte del cable carril

Este se realiza por medio de un sistema de cable carril de aproximadamente 500 m de longitud que es una distancia que existe en una pendiente Según (Julcapoma Vargas & Raico Llamoga, 2015) en su trabajo de investigación es: “34.08°” entre el área de carga y el área de descarga. El mineral se transporta en una jaula o skip con una capacidad de 10 costales de mineral (carbón), es decir, 0.5 Tn.

Ilustración 5: Transporte Mediante Cable Carril



Fuente: Propia

### 1.1.1. Descripción del Área del Proyecto

#### Ubicación Y Accesibilidad

Ubicación:

Se ubica en el departamento de Cajamarca la cual se localiza en el norte del país, presenta una superficie aproximada de 33,317.5 km<sup>2</sup>. Cajamarca limita por el Norte, con la República de Ecuador; por el Este, con el departamento de Amazonas; por el Sur, con el departamento de La Libertad y por el Oeste, con los departamentos de Piura y Lambayeque.

Tabla N° 1:

*Ubicación*

CASERÍO	Paccha
DISTRITO	Bambamarca
PROVINCIA	Hualgayoc/Chota
DEPARTAMENTO	Cajamarca
REGIÓN	Cajamarca

Fuente: Elaboración propia

#### Accesibilidad

Para llegar a la mina Piñipata, lo hacemos mediante tramos; el primer tramo inicia en la ciudad de Cajamarca hasta el distrito de Bambamarca.

Tabla N° 2:

*Vías de accesos hacia la mina*

Lugar	Distancia (Km)	Estado de vías	Tiempo de horas
Cajamarca – Hualgayoc	80	Asfaltado	3
Hualgayoc – Bambamarca	25	Afirmada	0.5
Bambamarca - Piñipata	15	Trocha	1
<b>total</b>	<b>120</b>		<b>4.5</b>

Fuente: propia

Ilustración 6: Ubicación hacia la Mina Piñipata



Fuente: Propia

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál Sistema de Transporte Mediante Cable Carril en la Mina Piñipata es el más óptimo?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar el sistema de Transporte Mediante Cable Carril en la Mina Piñipata.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los tiempos empleados en el Sistema de Transporte Mediante Cables Carriles.
- Analizar los Costos/TM del Sistema de Transporte Mediante Cables Carriles.
- Comparar los diversos Sistemas de Cables Carriles Empleados.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La evaluación del Sistema de Transporte mediante Cables Carriles empleados en la Mina Piñipata permite determinar el Sistema de Transporte más óptimo.

### **1.4.2. Hipótesis Específicas**

- El Sistema de Transporte mediante Cables Carriles empleados en la Mina Piñipata más óptimo es el que utiliza menor tiempo en su ciclo de transporte.
- El Sistema de Transporte mediante Cables Carriles empleados en la Mina Piñipata más óptimo es el que tiene menor costo.
- La comparación de los Sistemas de Transporte mediante Cables Carriles empleados en la Mina Piñipata permite identificar el más óptimo.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Según (Hernandez & Baptista, 2001) el tipo de investigación es no experimental porque no se manipula deliberadamente las variables que se busca interpretar, sino que se enfoca en observar los fenómenos de interés, para luego describirlos y analizarlos sin necesidad de emularlos en un entorno controlado; en este caso se calculará el tiempo y analizará los costos del sistema de transporte mediante cable carriles.

### **2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

Población: Los cables carriles instalados en la mina Piñipata.

Muestra: 03 cables carriles en operación.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **2.3.1. Técnicas de recopilación de información:**

Para el desarrollo de presente estudio se tomó como muestra 3 cables carriles para determinar el Ciclo de transporte de cada uno de uno de ellos, y también hacer el análisis de costos de cada cable carril.

#### **2.3.2. Instrumentos y materiales**

- GPS: para tomar los puntos de coordenadas de los puntos de muestreo.
- Cronómetro: para tomar tiempo del ciclo de transporte de los cables carriles.
- Libreta de apuntes: para anotar la información en campo.

#### **2.3.3. Análisis Datos**

- Para el procesamiento de información se va a usar un análisis estadístico de los datos, con ayuda del software Microsoft Excel.

## 2.4. Procedimiento

**1° etapa: Búsqueda de información:** La literatura científica refleja uso de bases informativas tales como: Google Académico, Cybertesis, biblioteca virtual UPN, repositorio de tesis de diversas universidades y revistas científicas.

**2° etapa: Trabajo de campo.** En mina, en el área de transporte de los tres cables carriles se realizará estudio de tiempos empleados por los cables carriles (carga, descarga, ida, retorno, tiempo muerto), durante 10 días de cada uno de ellos; así mismo, evaluaremos los costos del transporte y finalmente compararemos resultados, y así determinar cuál es el más eficiente tanto en el Ciclo de Transporte como en Costos.

**3° etapa: Trabajo de Gabinete:** para el procesamiento y análisis de la información se utilizará Excel.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Análisis De Tiempos Del Sistema De Transporte Mediante Cables Carriles

*Ilustración 6: Ubicación de los 3 cables carriles*



Fuente: Propia

#### 3.1.1. PRIMER CABLE CARRIL

*CUADRO N° 1: Coordenadas de las estaciones del Primer Cable Carriles de Carguío y Descarga*

Estación	Coordenada x	Coordenada y
<b>Punto de Carga</b>	781646	9270984
<b>Punto de Descarga</b>	782059	9270920

Fuente: Elaboración propia

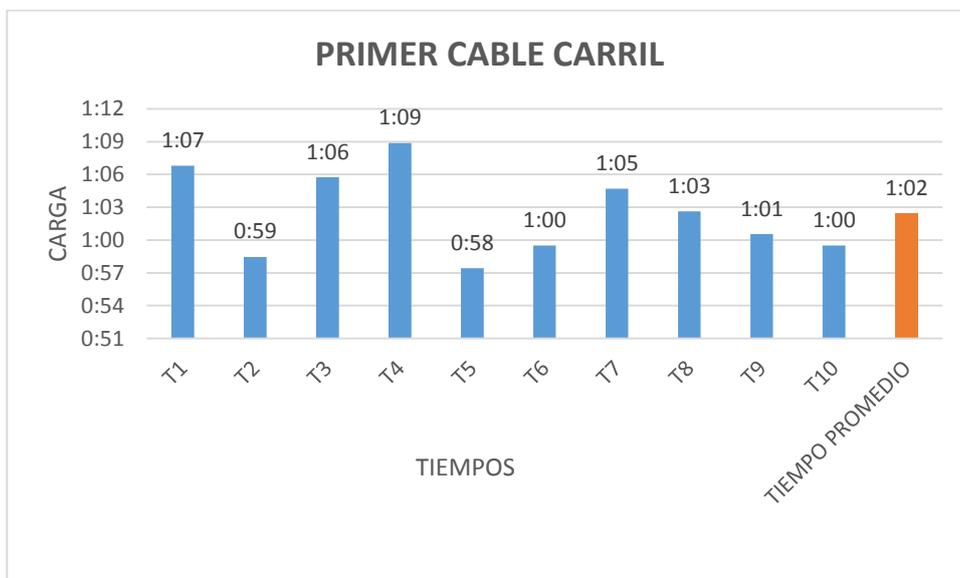
Tabla N° 3:

*Análisis de tiempo de transporte del Primer Cable Carril*

PRIMER CABLE CARRILES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TIEMPO PROMEDIO
Carga	01:07	00:59	01:06	01:09	00:58	01:00	01:05	01:03	01:01	01:00	<b>01:02</b>
Ida	00:28	00:38	00:38	00:47	00:37	00:37	00:38	00:38	00:37	00:38	<b>00:37</b>
Descarga	00:35	00:43	00:42	00:35	00:36	00:35	00:35	00:35	00:36	00:38	<b>00:37</b>
Retorno	01:13	01:08	00:56	01:08	00:58	00:59	01:07	01:05	01:04	01:02	<b>01:04</b>
Tiempo Muerto	00:00	00:36	01:00	01:06	00:00	00:20	00:00	00:00	00:10	00:00	<b>00:19</b>
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>03:23</b>	<b>04:04</b>	<b>04:22</b>	<b>04:45</b>	<b>03:09</b>	<b>03:31</b>	<b>03:25</b>	<b>03:21</b>	<b>03:28</b>	<b>03:18</b>	<b>03:40</b>

Fuente: Elaboración propia

*Gráfico N° 1: Tiempos de carga del Primer Cable Carril*

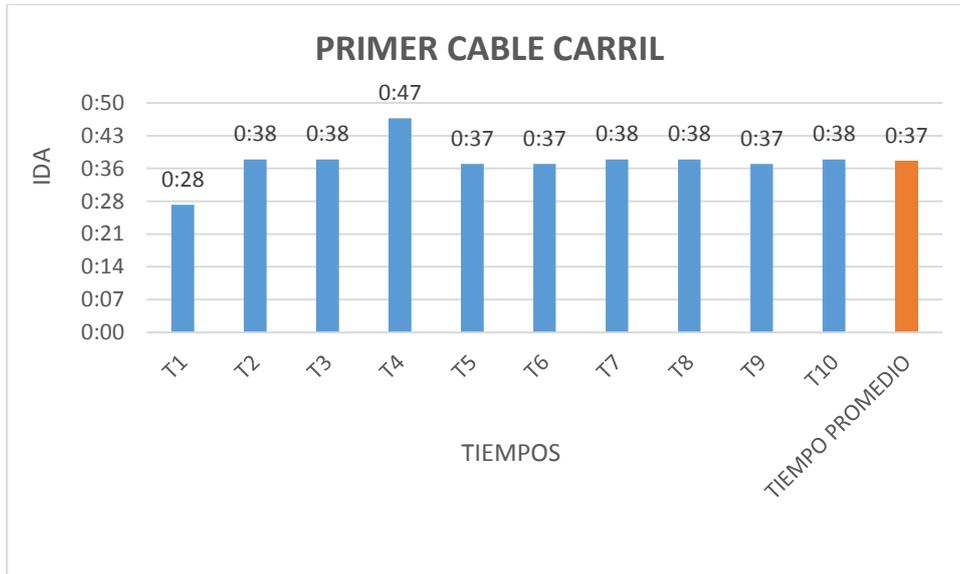


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de carga del Primer Cable Carril es como tiempo mínimo 00:58 segundos y como tiempo máximo 01:09 minutos; con un tiempo promedio de 01:02 minutos.

Gráfico N° 2: *Tiempos de Ida del Primer Cable Carriles*

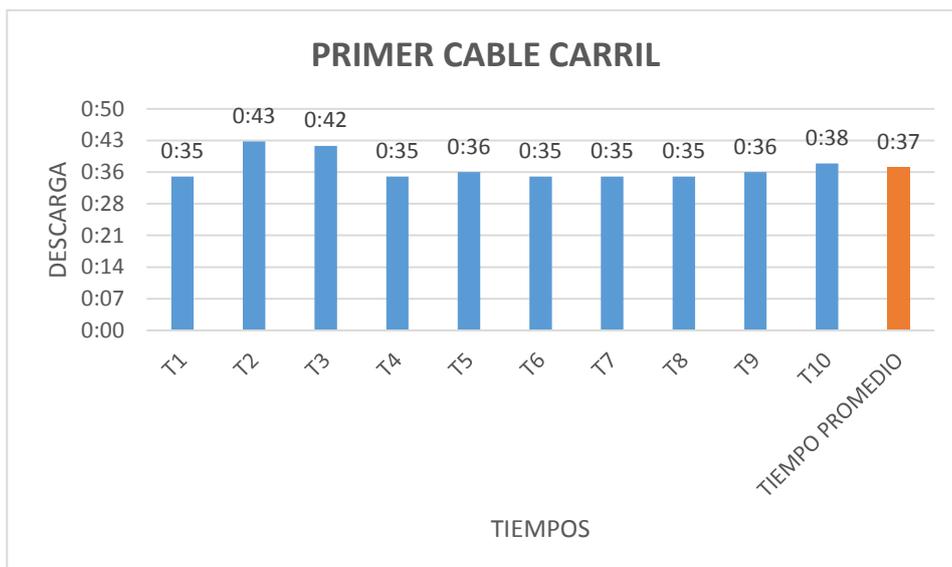


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Ida del Primer Cable Carril es como tiempo mínimo 00:28 segundos y como tiempo máximo 00:47 segundos; con un tiempo promedio de 00:37 segundos.

Gráfico N° 3: *Tiempos de Descarga del Primer Cable Carril*

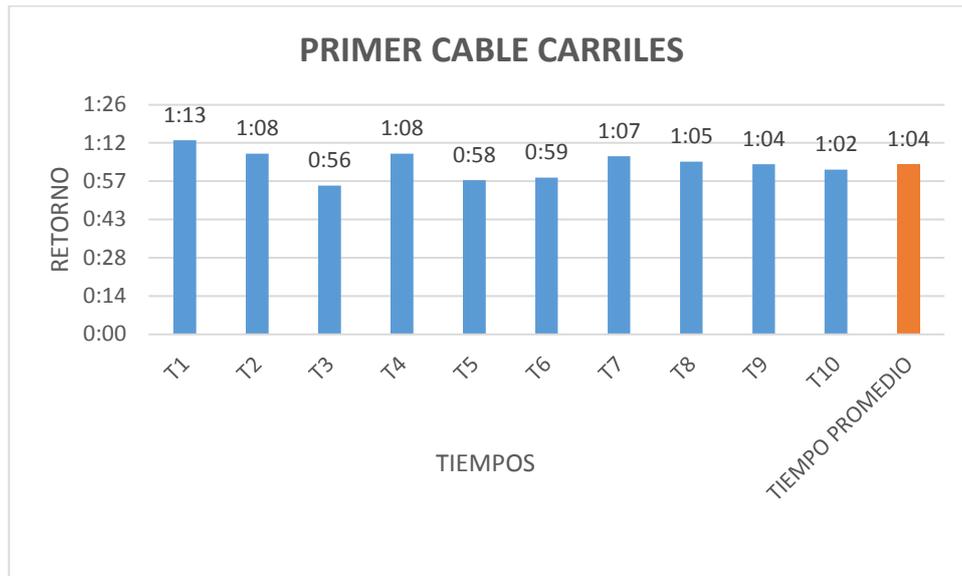


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Descarga del Primer Cable Carril es como tiempo mínimo 00:35 segundos y como tiempo máximo 00:43 segundos; con tiempo promedio de 00:37 segundos.

Gráfico N° 4: Tiempos de Retorno del Primer Cable Carril

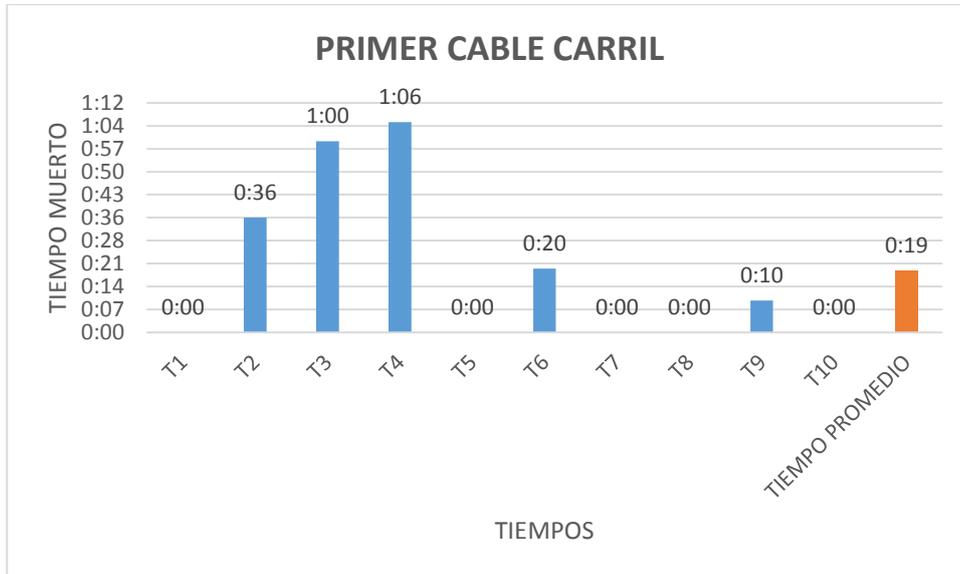


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Retorno del Primer Cable Carril es como tiempo mínimo 00:56 segundos y como tiempo máximo 01:13 minutos; con un tiempo promedio de 01:04 minutos.

Gráfico N° 5: Tiempos de Tiempo Muerto del Primer Cable Carril

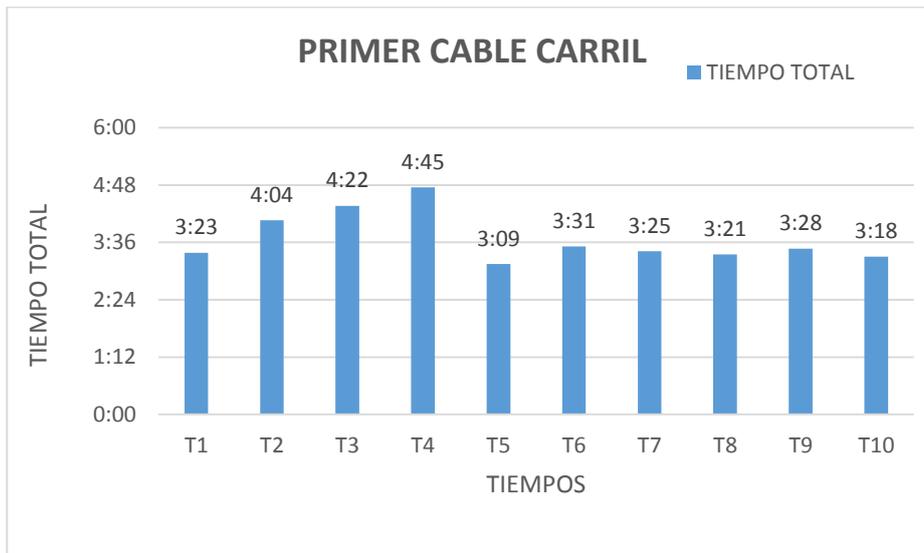


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo muerto del Primer Cable Carril tiene como tiempo promedio de 00:19 segundos (descansos).

Gráfico N° 6: Tiempo total del Primer Cable Carriles

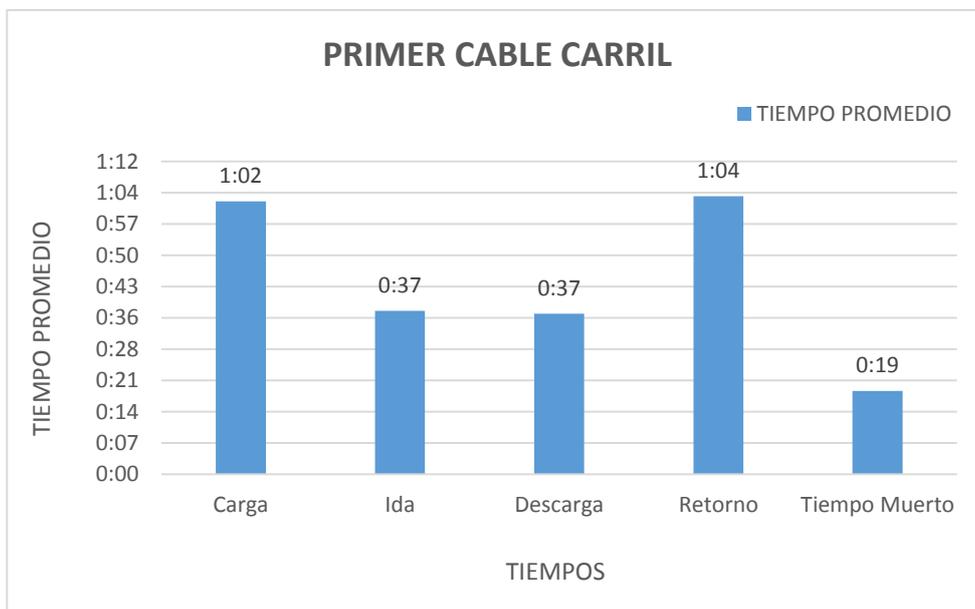


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo total del Primer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 03:09 minutos y como tiempo máximo 04:45 minutos.

Gráfico N° 7: Tiempo Promedio del Primer Cable Carril



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo promedio del Primer Cable Carril es: tiempo de Carga: 01:02 minutos, Ida: 00:37 segundos, Descarga: 00:37 segundos, Retorno: 01:04 minutos, Tiempo Muerto: 00:19 segundos.

### 3.1.2. SEGUNDO CABLE CARRIL

CUADRO N° 2: Coordenadas de las estaciones del Segundo Cable Carril de Carguío y Descarga

Estación	Coordenada x	Coordenada y
<b>Punto de Carga</b>	781661	9270953
<b>Punto de Descarga</b>	782045	9270804

Fuente: Elaboración propia

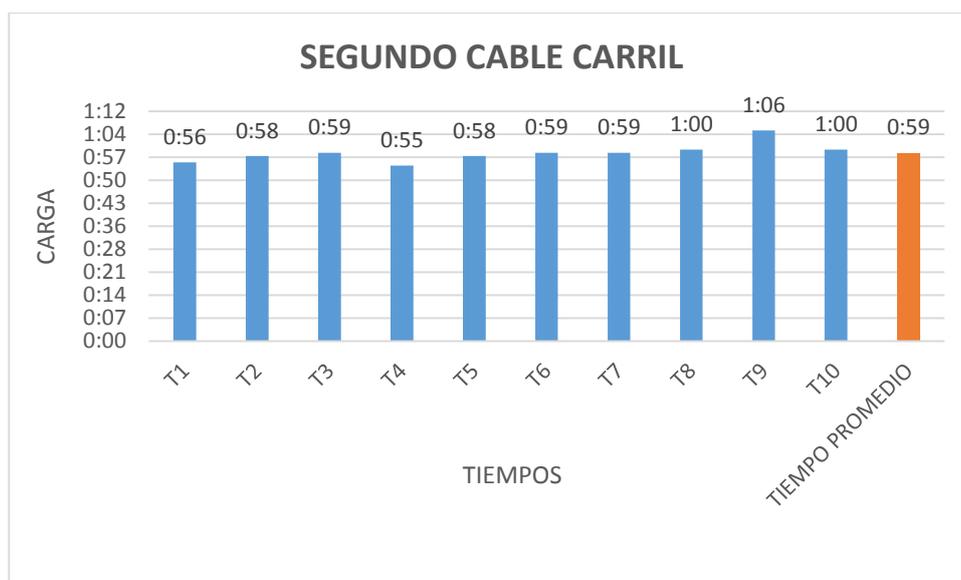
Tabla N° 4:

Análisis de tiempo de transporte del Segundo Cable Carril

SEGUNDO CABLE CARRIL	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TIEMPO PROMEDIO
Carga	00:56	00:58	00:59	00:55	00:58	00:59	00:59	01:00	01:06	01:00	00:59
Ida	00:33	00:34	00:31	00:31	00:34	00:31	00:33	00:33	00:32	00:32	00:32
Descarga	00:21	00:35	00:35	00:47	00:36	00:35	00:35	00:36	00:35	00:36	00:35
Retorno	01:06	01:05	01:09	01:01	01:04	01:00	01:05	01:04	01:00	01:03	01:03
Tiempo Muerto	00:00	00:00	00:05	00:06	00:07	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:01
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>02:56</b>	<b>03:12</b>	<b>03:19</b>	<b>03:20</b>	<b>03:19</b>	<b>03:05</b>	<b>03:12</b>	<b>03:13</b>	<b>03:13</b>	<b>03:11</b>	<b>03:12</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 8: Tiempos de carga del Segundo Cable Carril

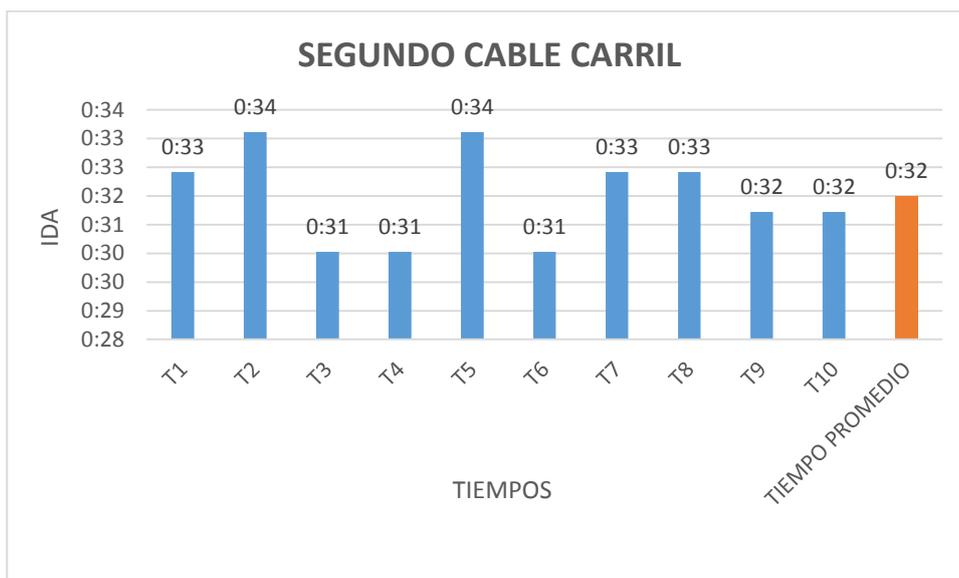


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de carga del Segundo Cable Carril tiene como tiempo mínimo 00:55 segundos y como tiempo máximo 01:06 minutos, con un tiempo promedio de 00:59 segundos.

Gráfico N° 9: Tiempos de Ida del Segundo Cable Carril

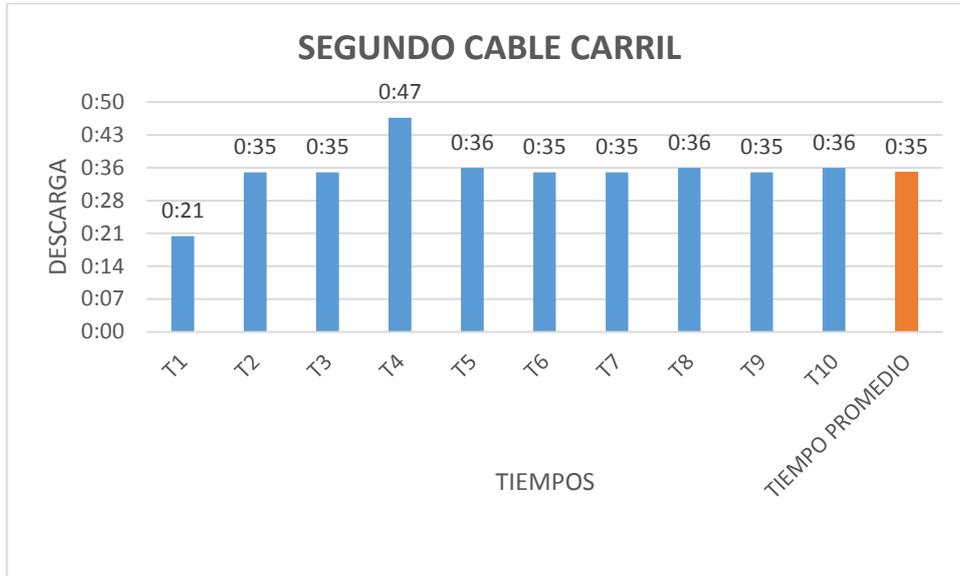


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Ida del Segundo Cable Carril tiene como tiempo mínimo 00:31 segundos y como tiempo máximo 00:34 segundos, con un tiempo promedio de 00:32 segundos

Gráfico N° 10: Tiempos de Descarga del Segundo Cable Carril

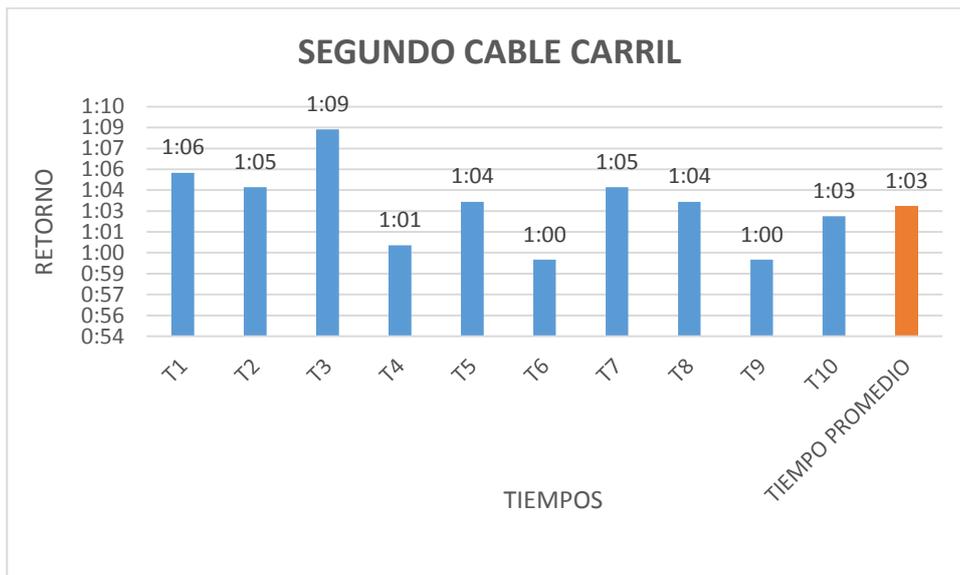


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Descarga del Segundo Cable Carril tiene como tiempo mínimo 00:21 segundos y como tiempo máximo 00:47 segundos, con un tiempo promedio de 00:35 segundos

Gráfico N° 11: Tiempos de Retorno del Segundo Cable Carril

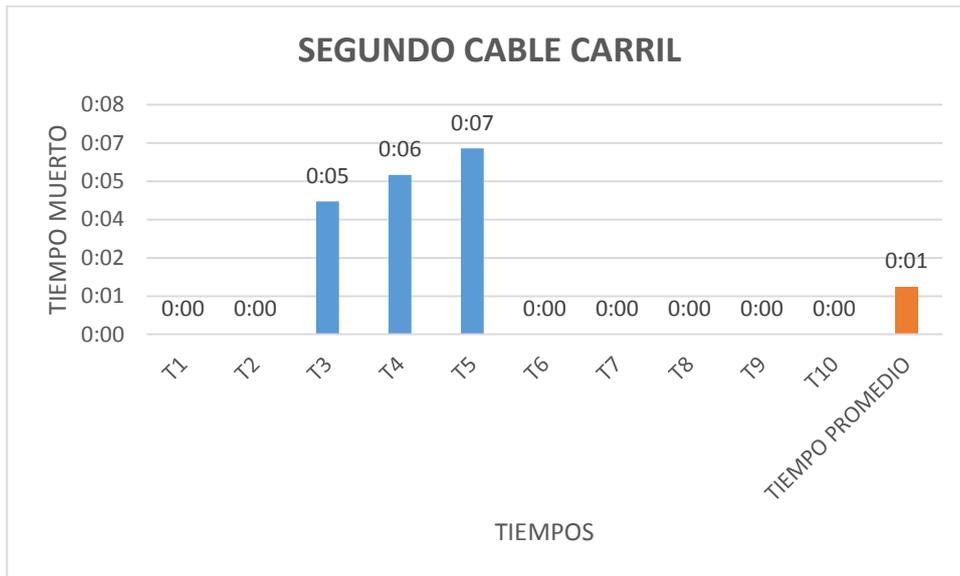


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Retorno del Segundo Cable Carril tiene como tiempo mínimo 01:00 minuto y como tiempo máximo 01:09 minutos, con un tiempo promedio de 01:03 minutos.

Gráfico N° 12: Tiempo muerto del Segundo Cable Carril

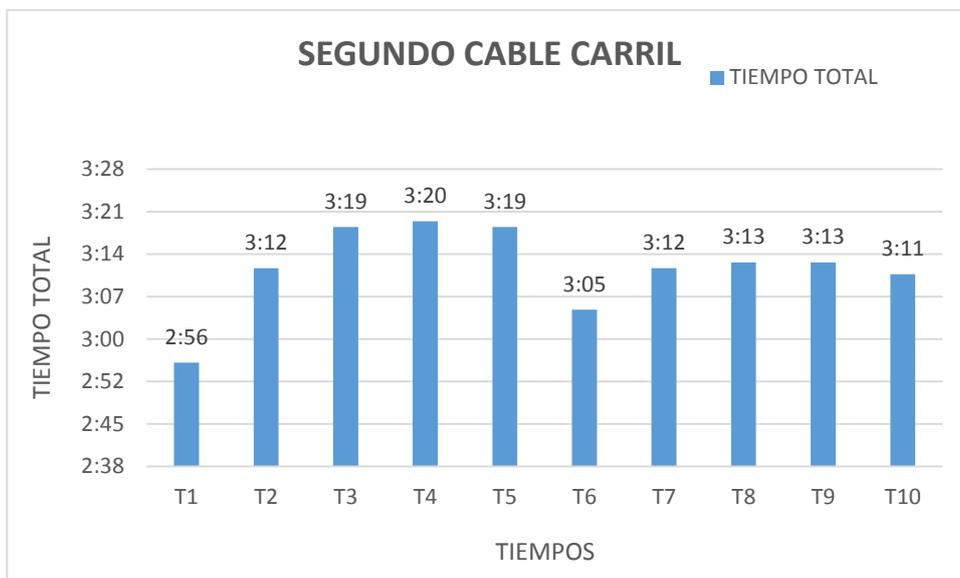


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo muerto del Segundo Cable Carril tiene un tiempo promedio de 00:01 segundos (descanso).

Gráfico N° 13: Tiempo Total del Segundo Cable Carril

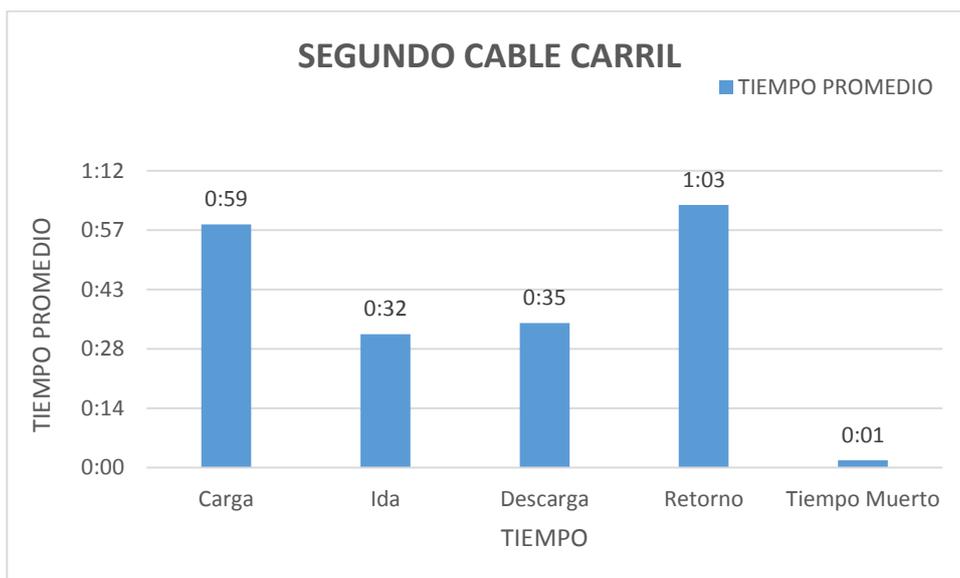


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo total del tercer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 02:56 minutos y como tiempo máximo 03:20 minutos.

Gráfico N° 14: Tiempos Promedio del Segundo Cable Carril



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo promedio del Segundo Cable Carril es:  
Carga: 00:59 segundos, Ida: 00:32 segundos, Descarga: 00:35 segundos.  
Retorno: 01:03 minutos, tiempo muerto: 00:01 segundos.

### 3.1.3. TERCER CABLE CARRIL

CUADRO N° 3: Coordenadas de las estaciones del tercer cable carril de Carguío y Descarga

Estación	Coordenada x	Coordenada y
<b>Punto de Carga</b>	781691	9271214
<b>Punto de Descarga</b>	782105	9271120

Fuente: Elaboración propia

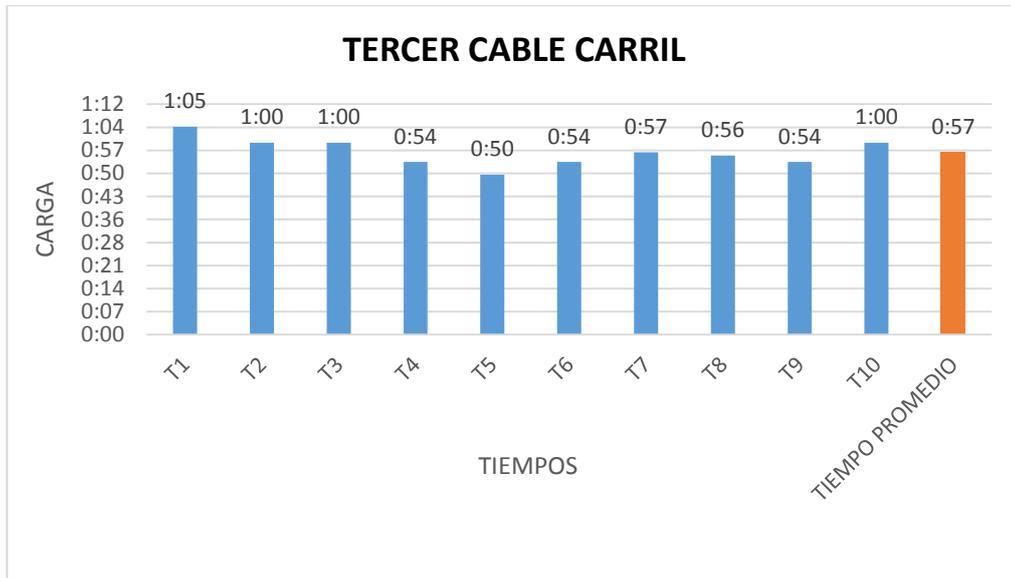
Tabla N° 5:

Análisis de tiempo de transporte del Tercer Cable Carril

TERCER CABLE CARRIL	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TIEMPO PROMEDIO
Carga	01:05	01:00	01:00	00:54	00:50	00:54	00:57	00:56	00:54	01:00	00:57
Ida	00:39	00:33	00:40	00:40	00:46	00:40	00:42	00:43	00:45	00:47	00:41
Descarga	00:52	01:27	00:45	00:58	00:48	00:58	00:50	00:42	00:50	00:52	00:54
Retorno	01:12	01:05	01:14	01:09	01:02	01:15	01:00	01:05	01:02	01:04	01:06
Tiempo Muerto	00:00	00:10	00:10	00:11	00:08	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:03
TIEMPO TOTAL	03:48	04:15	03:49	03:52	03:34	03:47	03:29	03:26	03:31	03:43	03:43

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 15: Tiempos de carga del Tercer Cable Carril

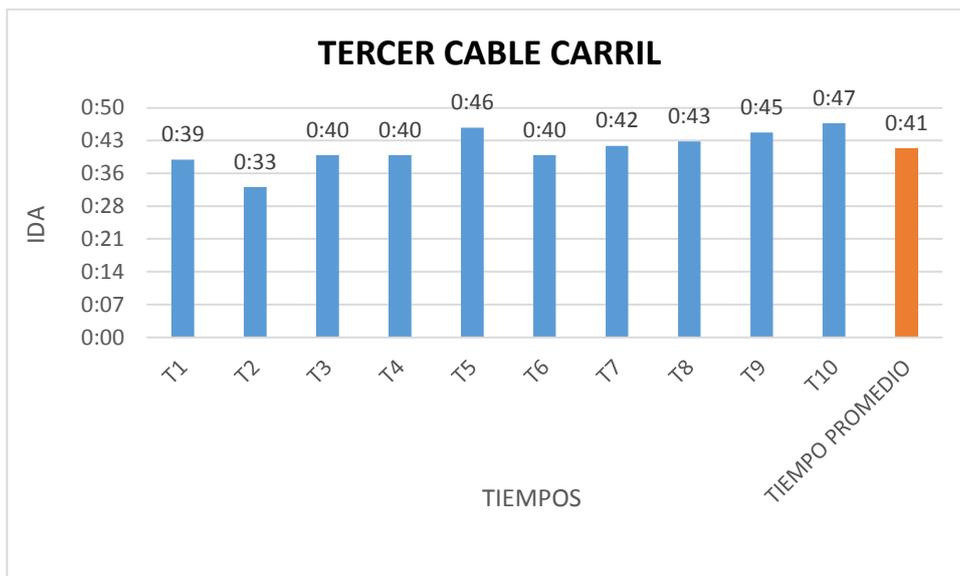


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de carga del Tercer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 00:54 segundos y como tiempo máximo 01:05 minutos, con un tiempo promedio de 00:57 segundos.

Gráfico N° 16: Tiempos de Ida del Tercer Cable Carril

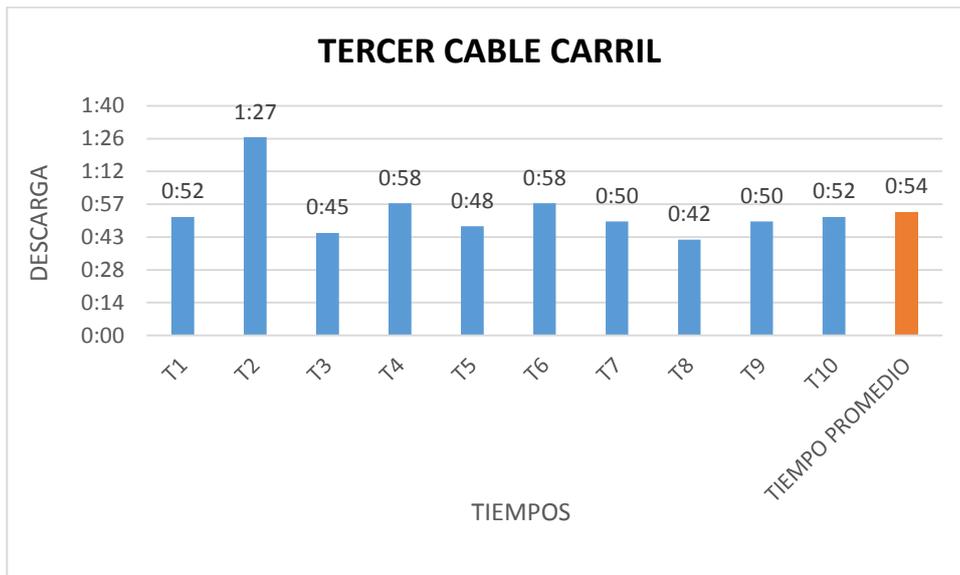


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Ida del Tercer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 00:33 segundos y como tiempo máximo 00:47 segundos, con un tiempo promedio de 00:41 segundos.

Gráfico N° 17: Tiempos de Descarga del Tercer Cable Carril

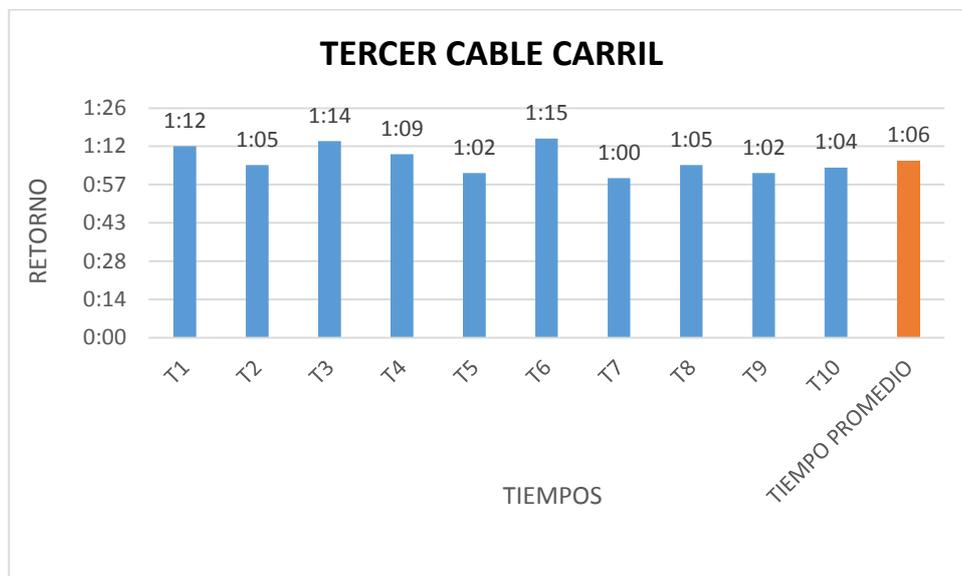


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Descarga del Tercer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 00:42 segundos y como tiempo máximo 01:27 minutos, con un tiempo promedio de 00:54 segundos.

Gráfico N° 18: Tiempos de Retorno del Tercer Cable Carril

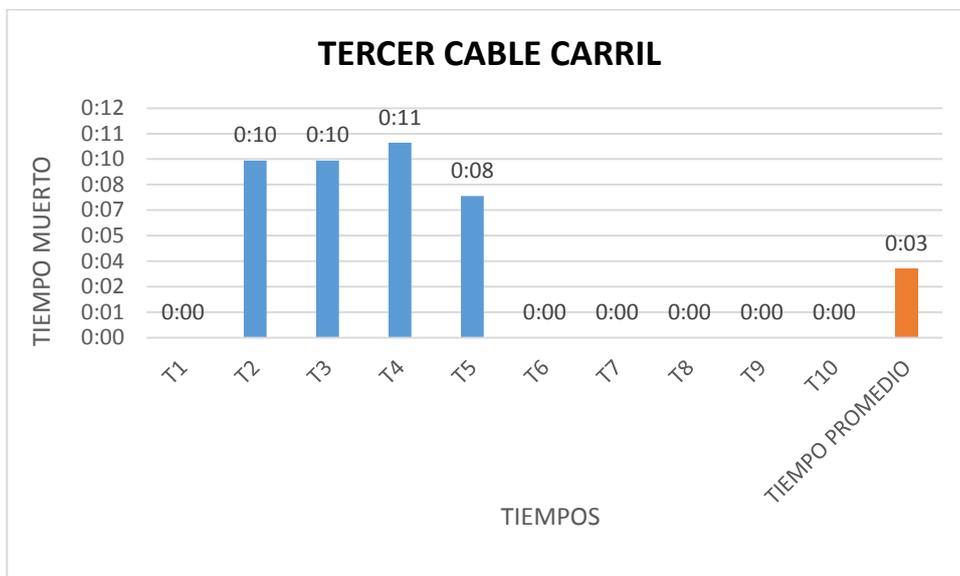


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo de Retorno del Tercer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 01:00 minutos y como tiempo máximo 01:15 minutos, con un tiempo promedio de 01:06 minutos.

Gráfico N° 19: Tiempos muertos del Tercer Cable Carril

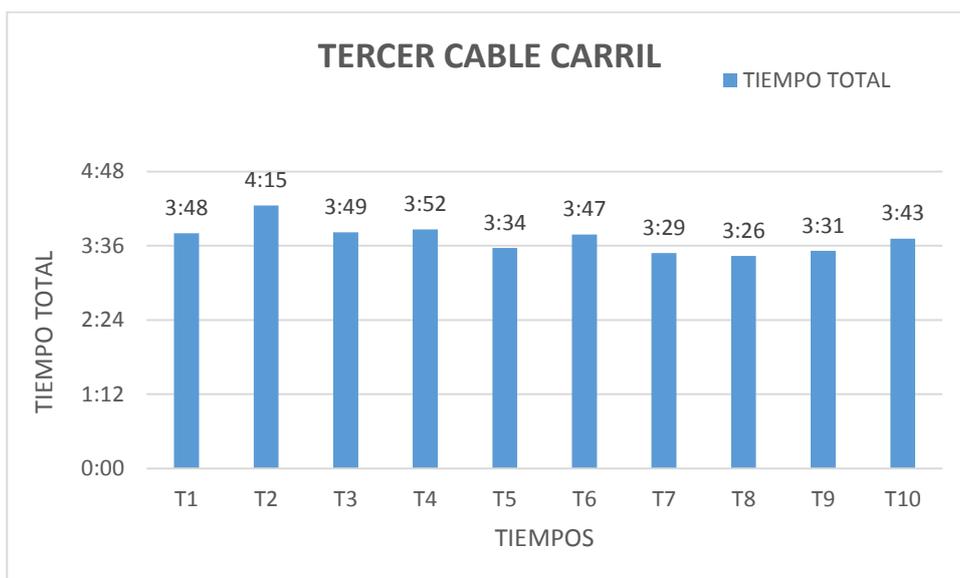


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo muerto del Tercer Cable Carril tiene como tiempo promedio de 00:03 segundos (descanso).

Gráfico N° 20: Tiempo Total del Tercer Cable Carril

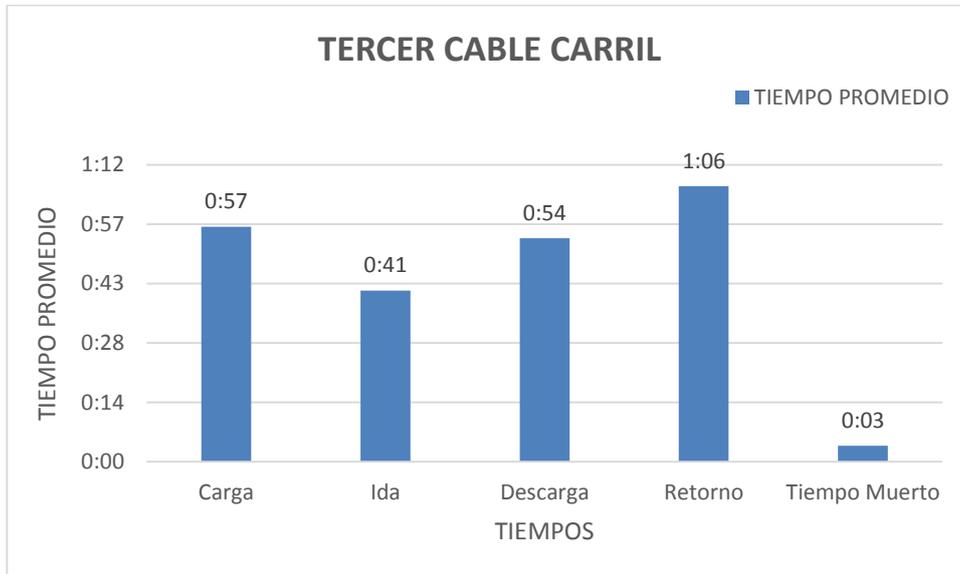


Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo total del Tercer Cable Carril tiene como tiempo mínimo 03:26 minutos y como tiempo máximo 04:15 minutos.

Gráfico N° 21: Tiempo Promedio del Tercer Cable Carril



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo promedio del Primer Cable Carril es: tiempo de Carga: 00:57 segundos, Ida: 00:41 segundos, Descarga: 00:54 segundos, Retorno: 01:06 minutos, Tiempo Muerto: 00:03 segundos.

## 3.2. Análisis de los Costos del Sistema de Transporte Mediante Cable Carriles

### 3.2.1. PRIMER CABLE CARRIL

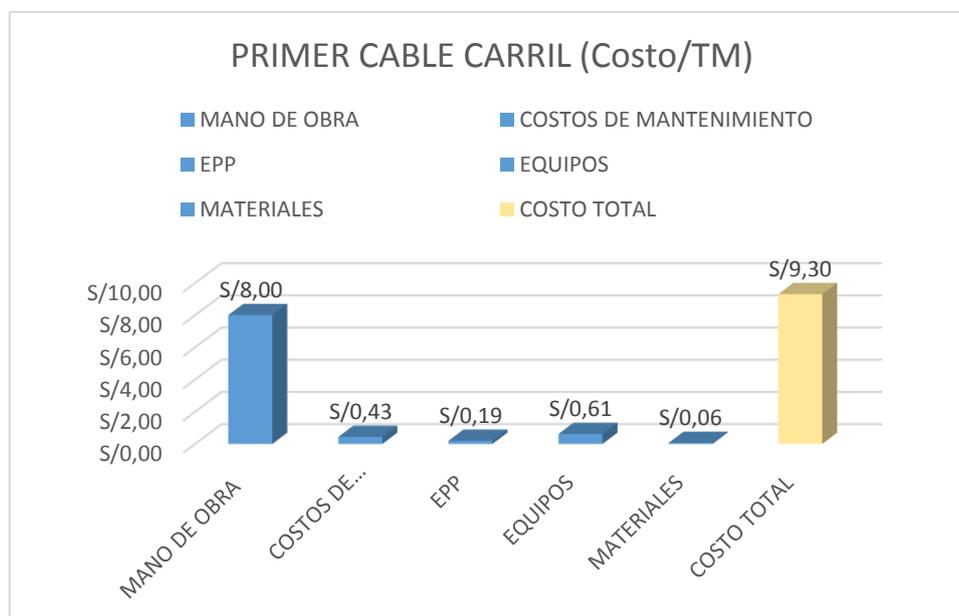
Tabla N° 6:

Resumen de costos del Primer Cable Carril

RESUMEN DE COSTOS		
COSTOS DIRECTOS		
Descripción	Costo / Día	Costo/TM
MANO DE OBRA	S/480.00	S/8.00
COSTOS DE MANTENIMIENTO	S/26.08	S/0.43
COSTOS INDIRECTOS		
EPP	S/11.68	S/0.19
EQUIPOS	S/36.82	S/0.61
MATERIALES	S/3.60	S/0.06
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/558.17</b>	<b>S/9.30</b>

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 22: Resumen de costos del Primer Cable Carril



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico podemos observar (Costos/TM) que el Primer Cable Carril invierte en: Mano de Obra: S/. 8.00, Costos de Mantenimiento: S/. 0.43, EPP: S/. 0.19, Equipos: S/. 0.61, y en Materiales: S/. 0.06; teniendo un costo total de S/. 9.30.

### 3.2.2. SEGUNDO CABLE CARRIL

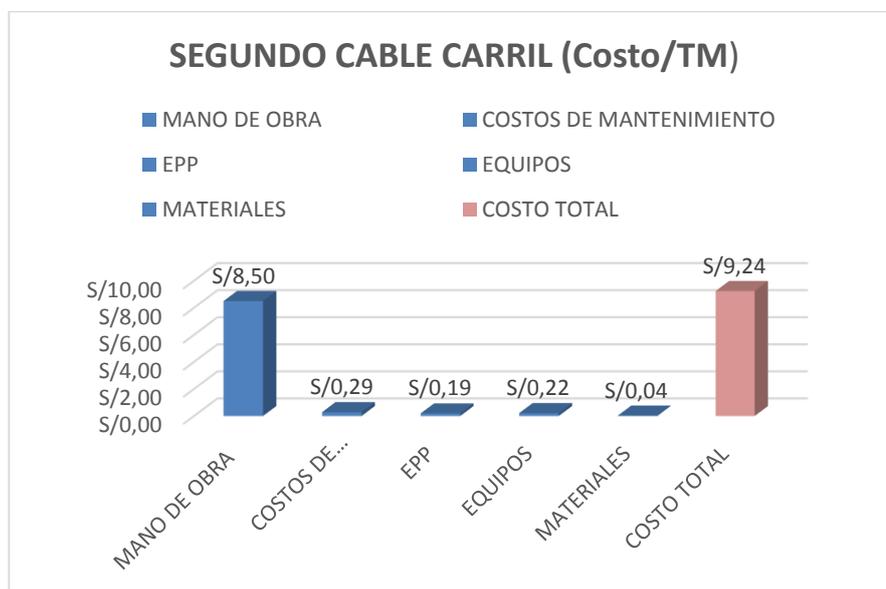
Tabla N° 7:

*Resumen de costos del Segundo Cable Carril*

RESUMEN DE COSTOS		
COSTOS DIRECTOS		
Descripción	Costo / Día	Costo/TM
MANO DE OBRA	S/510.00	S/8.50
COSTOS DE MANTENIMIENTO	S/17.27	S/0.29
COSTOS INDIRECTOS		
EPP	S/11.68	S/0.19
EQUIPOS	S/13.10	S/0.22
MATERIALES	S/2.18	S/0.04
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/554.23</b>	<b>S/9.24</b>

Fuente: Elaboración Propia

*Gráfico N° 23: Resumen de costos del Segundo Cable Carril*



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico podemos observar (Costos/TM) que el Primer Cable Carril invierte en: Mano de Obra: S/. 8.50, Costos de Mantenimiento: S/. 0.29, EPP: S/. 0.19, Equipos: S/. 0.22 y en Materiales: S/. 0.04; teniendo un costo total de S/. 9.24.

### 3.2.3. TERCER CABLE CARRIL

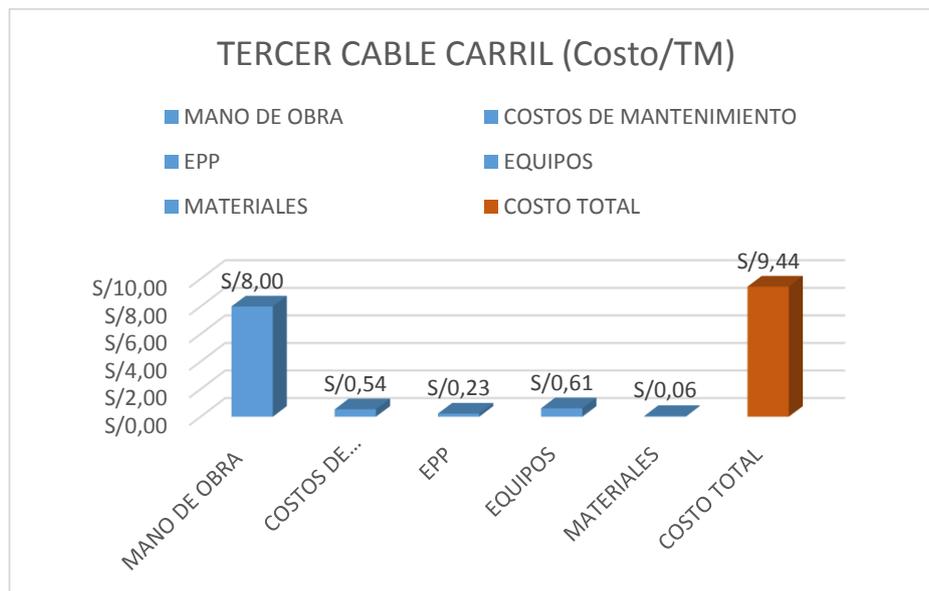
Tabla N° 8:

Resumen de costos del Tercer Cable Carril

RESUMEN DE COSTOS		
COSTOS DIRECTOS		
Descripción	Costo / Día	Costo/TM
MANO DE OBRA	S/480.00	S/8.00
COSTOS DE MANTENIMIENTO	S/32.33	S/0.54
COSTOS INDIRECTOS		
EPP	S/13.63	S/0.23
EQUIPOS	S/36.82	S/0.61
MATERIALES	S/3.60	S/0.06
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/566.37</b>	<b>S/9.44</b>

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 24: Resumen de costos del Tercer Cable Carril



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico podemos observar (Costos/TM) que el Primer Cable Carril invierte en: Mano de Obra: S/. 8.00, Costos de Mantenimiento: S/. 0.54, EPP: S/. 0.23, Equipos: S/. 0.61 y en Materiales: S/. 0.06; teniendo un costo total de S/. 9.44.

### 3.3. Comparación de los Tres Sistemas de Cables Carriles

#### 3.3.1. COMPARACIÓN DE TIEMPO DE LOS TRES CABLES CARRILES

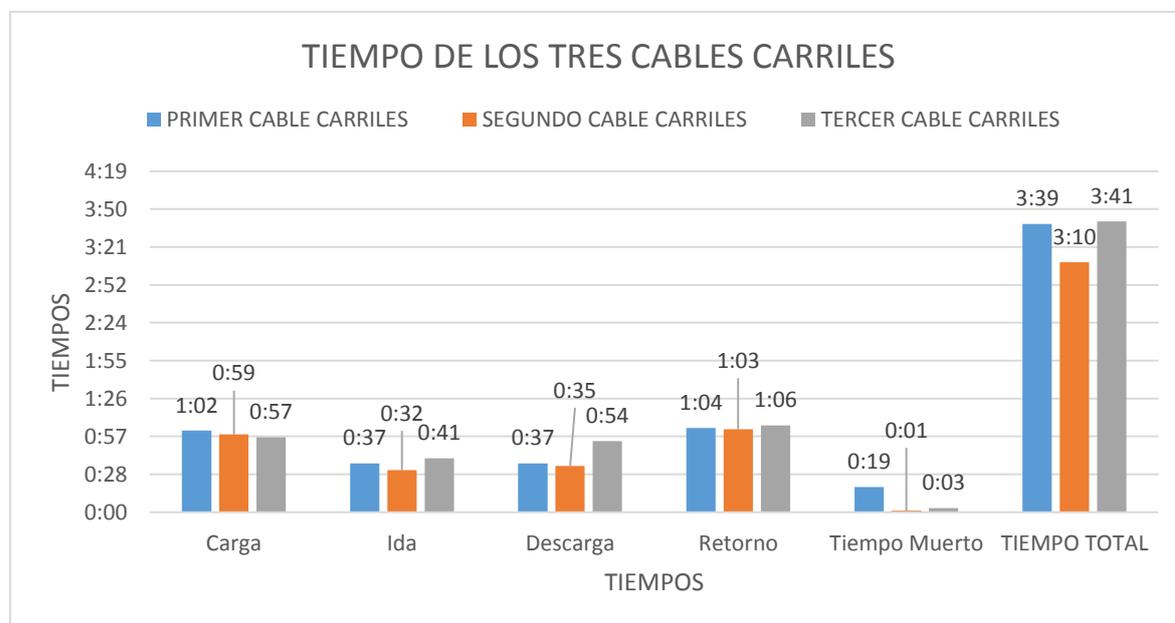
Tabla N° 9:

*Comparación de tiempos de los Tres Cables Carriles*

TIEMPOS	PRIMER CABLE CARRILES	SEGUNDO CABLE CARRILES	TERCER CABLE CARRILES
<b>Carga</b>	01:02	00:59	00:57
<b>Ida</b>	00:37	00:32	00:41
<b>Descarga</b>	00:37	00:35	00:54
<b>Retorno</b>	01:04	01:03	01:06
<b>Tiempo Muerto</b>	00:19	00:01	00:03
<b>TIEMPO TOTAL</b>	03:39	03:10	03:41

Fuente: Elaboración propia

*Gráfico N° 25: Tiempo de los Tres Cable Carriles*



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El tiempo más óptimo de los tres cables carriles es del Segundo Cable Carriles, con un tiempo total 03:10 minutos.

### 3.3.2. COMPARACIÓN DE COSTOS DE LOS TRES CABLES CARRILES

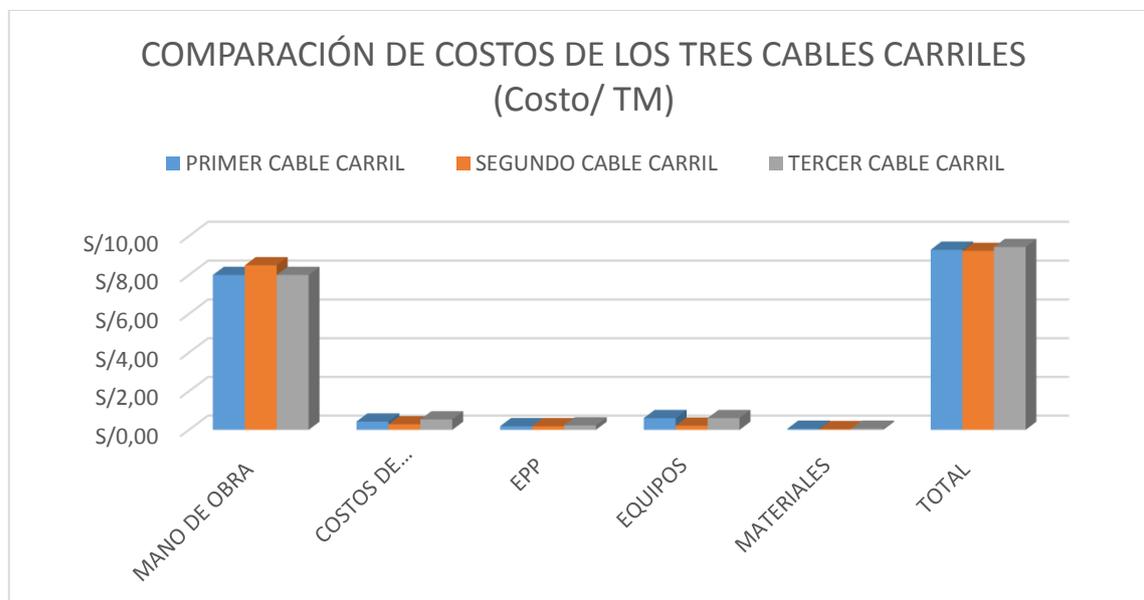
Tabla N° 10:

*Comparación de costos de los Tres Cables Carriles (Costo/TM)*

DESCRIPCIÓN	PRIMER CABLE CARRIL	SEGUNDO CABLE CARRIL	TERCER CABLE CARRIL
<b>COSTOS DIRECTOS</b>			
MANO DE OBRA	S/8.00	S/8.50	S/8.00
COSTOS DE MANTENIMIENTO	S/0.43	S/0.29	S/0.54
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			
EPP	S/0.19	S/0.19	S/0.23
EQUIPOS	S/0.61	S/0.22	S/0.61
MATERIALES	S/0.06	S/0.04	S/0.06
<b>TOTAL</b>	<b>S/9.30</b>	<b>S/9.24</b>	<b>S/9.44</b>

Fuente: Elaboración propia.

*Gráfico N° 26: Comparación de Costos de los Tres Cables Carriles (Costo/TM)*



Fuente: Datos tomados en campo

Elaboración: Propia

**INTERPRETACIÓN:** El costo más óptimo es del Segundo Cable Carril ya que tiene un costo total de s/. 9.24 TM, es menor que el primer y tercer cable carril.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

De acuerdo a la tabla N° 9 podemos afirmar que el segundo cable carril es más eficiente, se determinó un tiempo promedio de transporte de tres minutos con diez segundos (03:10), contrastando la investigación titulada “Transporte por Cable” donde determinaron que es el más óptimo por lo que es un instrumento adecuado para resolver determinadas necesidades de transporte de minerales (Orro Arcay, Novales Ordax, & Rodríguez Bugarín, 2003).

De acuerdo a la tabla N° 10 se puede afirmar que el segundo cable carril presenta un menor costo de transporte S/. 9.24 TM, contrastando la investigación realizada por Lozano & et al. que el costo más óptimo es aquel que genera menor costo de transporte (Lozano Taylor, Keith Tapia, & Fonseca Chon, 2014).

Conforme a los resultados obtenidos en la tabla N° 6, N° 7 y N° 8; el segundo cable carril ahorra un total de S/.0.20 TM, con respecto a los otros dos cables carriles en costos por tonelada, afirmando que nuestra investigación por cable carril nos permitirá determinar que cable carril trabaja con mayor eficiencia y menores costos.

## 4.2 Conclusiones

- Se evaluó el sistema de transporte de tres cables carriles, analizando los tiempos (carga, descarga, ida, retorno, tiempo muerto); que realizan cada uno de ellos, obteniendo un tiempo total de: el primer cable carril tiene un tiempo de tres minutos treinta y nueve segundos (3:39), el segundo un tiempo de tres minutos diez segundos (3:10), y tercero un tiempo de tres minutos cuarenta y uno segundos (3:41).
- Calculamos los Costos/TM (mano de obra, EPP, costos de mantenimiento, equipos, materiales) de los tres cables carriles, y de acuerdo a los resultados el primer cable carril tiene un costo de S/. 9.30 /TM, el segundo cable carril tiene un costo de S/. 9.24 /TM y el tercer cable carril tiene un costo de S/. 9.44 /TM.
- Al comparar los tres Sistemas de Transporte mediante Cables Carriles, obtuvimos que el segundo cable carril es el más eficiente en cuestión al tiempo (ciclo de transporte), porque genera la misma cantidad de TM que los otros dos cables carriles en menor tiempo: esto se debe al tipo de motor empleado (motor de furgoneta); es más potente y al tipo de freno ( pedal), y de acuerdo a los resultados de Costos/TM determinamos que el Segundo cable carril es el más óptimo, ahorrando un total S/.0.20 TM, con respecto a los otros dos cables carriles.

### 4.3. Recomendaciones

- Tomando en cuenta la seguridad del personal en el área de transporte (carguío del mineral), se recomienda implementar una malla de seguridad en el perímetro del área de carguío con el fin de evitar posibles accidentes.
- Se recomienda que todos los trabajadores utilicen sus EPP respectivos para evitar cualquier accidente.
- Considerando que el personal en el área de descarga del mineral (carbón) y con el fin de optimizar tiempos, se recomienda que personal del tercer cable carril, sea solo masculino ya que posee más resistencia y fuerza laboral.
- Se recomienda que antes de empezar con el transporte del mineral se haga una revisión completa al sistema de transporte para evitar tiempos muertos muy prolongados ya que afecta considerablemente al cable carril.
- Se recomienda que el primer y tercer cable carril implementen el mismo sistema que el segundo cable carril: motor de furgoneta es más potente y consume menor cantidad de combustible, el sistema de freno pedal, ya que con el pedal permite tener mayor seguridad al momento del frenado y se consigue hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza, y el tipo de cable de acero inoxidable, tiene mayor vida útil, y se optimiza costos.

## REFERENCIAS

- López Aguilar, J. J. (2009). *Análisis de precios unitarios*. El Cid Editor | apuntes.
- (2002), K. y. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales (4ª ed.)*. Mexico.
- Alvarez Huanca, V. O. (2014). *Calculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte– Unidad Minera de Arcata*. Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4033/Mlalhuvo110.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Charles T , H., Srikant M , D., & Madhav V, R. (2012). *Contabilidad de costos: un enfoque gerencial*. Pearson Educación.
- Danús Vásquez, H., & Vera Iturra, S. (2010). *Carbón: protagonista del pasado, presente y futuro*. RIL editores.
- Darling, P. (2011). *SME Mining Engineering Handbook*. SME.
- Díaz Aguado, M. B. (2006). *Carga, Transporte y Extracción en Minería Subterránea*. Septem Ediciones.
- Elard, F., & León, D. (2006). *La Importancia del carbón mineral en el desarrollo* (Vols. Vol. 9, Nº 18, 91-97 (2006) UNMSM). Obtenido de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/579/469>
- Guía de inversiones de la gran y mediana minería*. (2008). B - Ministerio de Energía y Minas.
- Hernandez, F., & Baptista. (2001). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- James R , A., & Raji , M. (2012). *Minas y Canteras*. D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- Julcapoma Vargas, J. E., & Raico Llamoga, J. M. (2015). *Estudio del sistema de transporte por cable carril y su optimizacion en la concesio Juana, Hualgayoc, Cajamarca*. Cajamarca.
- Laporta, R. (2016). *Costos y gestión empresarial: incluye costos con ERP*. Ecoe Ediciones.

Lozano Taylor, J., Keith Tapia, R., & Fonseca Chon, I. (2014). *Desarrollo e implementación de un sistema de costos de calidad en una empresa del sector automotriz que permite cuantificar y detectar las oportunidades de mejora* (Vol. volumen 17). Lima, Perú.

Orro Arcay, A., Novales Ordax, M., & Rodríguez Bugarín, M. (2003). *Transporte por cable*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Alfonso\\_Orro/publication/264057486\\_TRANSPORTE\\_POR\\_CABLE/links/56b33d9308ae5ec4ed4cfcaa/TRANSPORTE-POR-CABLE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alfonso_Orro/publication/264057486_TRANSPORTE_POR_CABLE/links/56b33d9308ae5ec4ed4cfcaa/TRANSPORTE-POR-CABLE.pdf)

Rivero Zanatta, J. P. (2013). *Costos y presupuestos*. Lima.

Rodríguez Hidalgo, C. D., & Sánchez Guerra, E. N. (2014). *Certificación de sistemas de transporte por cable del tipo teleferico para fines turísticos*. Quito.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: Análisis de los Costos del Sistema de Transporte Mediante Cables Carriles

#### a. PRIMER CABLE CARRIL

##### ➤ COSTOS DIRECTOS

Tabla N° 11:

*Costo de Mano de Obra del Primer Cable Carril*

MANO DE OBRA			
Descripción	Cantidad	Salario/ Día	Costo Total/Día
Operador	1	S/80.00	S/80.00
Cargadores	2	S/80.00	S/160.00
Descargadores	3	S/80.00	S/240.00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/480.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12:

*Costos de Mantenimiento del Primer Cable Carril*

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDADES	Frecuencia	Unidad	Costo	Costo/Día
Consumo de Combustible	1 1/2	galón/día	S/12.50	S/18.75
Mantenimiento de motor	15	días	S/40.00	S/2.67
Cambio de Accesorios de Motor	365	días	S/260.00	S/0.71
Mantenimiento del Cable Carril	120	días	S/200.00	S/1.67
Cambio de Zapatas de Freno( Tambor)	60	días	S/80.00	S/1.33
Cambio de Carburador	150	días	S/60.00	S/0.40
Rodajes	365	días	S/200.00	S/0.55
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/26.08</b>

Fuente: Elaboración propia

➤ **COSTOS INDIRECTOS**

Tabla N° 13:

*Costo de EPP del Primer Cable Carril*

<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Vida Util/Día</b>	<b>Costo Unitario/Día</b>
Casco	6	S/11.00	365	S/0.18
Mameluco	6	S/40.00	180	S/1.33
Respirador	6	S/30.00	180	S/1.00
Botas de jebe	6	S/20.90	180	S/0.70
Tapones	6	S/24.90	60	S/2.49
Guantes de cuero	6	S/29.90	30	S/5.98
Lentes de seguridad	6	S/19.90	180	S/0.66
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/11.68</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14:

*Costo de Equipos del Primer Cable Carril*

<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util/ Día</b>	<b>Costo Unitario /Día</b>
Motor (moto)	1		S/1,600.00	730	S/2.19
Soga	500	m	S/3.00	120	S/12.50
Cable de Acero	520	m	S/11.50	300	S/19.93
Skip	1		S/800.00	365	S/2.19
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/36.82</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15:

*Costo de Materiales del Primer Cable Carril*

<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util/ Día</b>	<b>Costo Unitario/Día</b>
Roldana	1		S/3,500.00	1825	S/1.92
Cable de Anclaje	3	m	S/20.00	5475	S/0.01
Poleas y Ganchos	3		S/50.00	90	S/1.67
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/3.60</b>

Fuente: Elaboración propia

**b. SEGUNDO CABLE CARRIL**

➤ **COSTOS DIRECTOS**

Tabla N° 16:

*Costo de Mano de Obra del Segundo Cable Carril.*

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario/ Día</b>	<b>Costo Total/Día</b>
Operador	1	S/85.00	S/85.00
Cargadores	2	S/85.00	S/170.00
Descargadores	3	S/85.00	S/255.00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/510.00</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 17:

*Costos de Mantenimiento del Segundo Cable Carril*

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo/Día</b>
Consumo de Combustible	1	galón/día	S/12.50	S/12.50
Mantenimiento de motor	60	días	S/30.00	S/0.50
Cambio de Accesorios de Motor	365	días	S/250.00	S/0.68
Mantenimiento del Cable Carril (engrase)	90	días	S/140.00	S/1.56
Mantenimiento de Sistema de Arrastre	240	días	S/50.00	S/0.21
Cambio de Zapatas de Freno( carrete)	180	días	S/110.00	S/0.61
Cambio de Carburador	365	días	S/70.00	S/0.19
Cambio de Bateria	1095	días	S/200.00	S/0.18
Afinamiento del motor	90	días	S/30.00	S/0.33
Rodajes	120	días	S/60.00	S/0.50
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/17.27</b>

Fuente: Elaboración propia

➤ **COSTOS INDIRECTOS**

Tabla N° 18:

*Costo de EPP del Segundo Cable Carril.*

<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Vida Util/Día</b>	<b>Costo Unitario/Día</b>
Casco	6	S/11.00	365	S/0.18
Mameluco	6	S/40.00	180	S/1.33
Respirador	6	S/30.00	180	S/1.00
Botas de jebe	6	S/20.90	180	S/0.70
Tapones	6	S/24.90	60	S/2.49
Guantes de cuero	6	S/29.90	30	S/5.98
Lentes de seguridad	6	S/19.90	180	S/0.66
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/11.68</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19:

*Costo de Equipos del Segundo Cable Carril*

<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util/Día</b>	<b>Costo Unitario /Día</b>
Motor (furgoneta)	1		S/1,650.00	910	S/1.81
Winche (soga driza)	420	m	S/2.98	240	S/5.22
Cable de Acero	450	m	S/11.50	910	S/5.69
Skip	1		S/700.00	1825	S/0.38
<b>TOTAL</b>					<b>S/13.10</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20:

*Costo de Materiales del Segundo Cable Carril*

<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util</b>	<b>Costo Unitario/Día</b>
Roldana	1		S/400.00	5475	S/0.07
Poleas y Ganchos	3		S/50.00	90	S/1.67
Cable de Anclaje y Accesorios	3	m	S/800.00	5475	S/0.44
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/2.18</b>

Fuente: Elaboración propia

**c. TERCER CABLE CARRIL**

➤ **COSTOS DIRECTOS**

Tabla N° 21:

*Costo de Mano de Obra del Tercer Cable Carril*

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario/ Día</b>	<b>Costo Total/Día</b>
Operador	1	S/68.57	S/68.57
Cargadores	3	S/68.57	S/205.71
Descargadores	3	S/68.57	S/205.71
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/480.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22:

*Costo de Mantenimiento del Tercer Cable Carril*

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo/Día</b>
Consumo de Combustible	2	galón/día	S/12.50	S/25.00
Mantenimiento de motor	15	días	S/40.00	S/2.67
Cambio de Accesorios de Motor	365	días	S/260.00	S/0.71
Mantenimiento del Cable Carril	120	días	S/200.00	S/1.67
Cambio de Zapatas de Freno( Tambor)	60	días	S/80.00	S/1.33
Cambio de Carburador	150	días	S/60.00	S/0.40
Rodajes	365	días	S/200.00	S/0.55
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/32.33</b>

Fuente: Elaboración propia

➤ **COSTOS INDIRECTOS**

Tabla N° 23:

*Costo de EPP del Tercer Cable Carril*

<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Vida Util/Día</b>	<b>Costo Unitario/Día</b>
Casco	7	S/11.00	365	S/0.21
Mameluco	7	S/40.00	180	S/1.56
Respirador	7	S/30.00	180	S/1.17
Botas de jebe	7	S/20.90	180	S/0.81
Tapones	7	S/24.90	60	S/2.91
Guantes de cuero	7	S/29.90	30	S/6.98
Lentes de seguridad	7	S/19.90	180	S/0.77
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/13.63</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24:

*Costo de Equipos del Tercer Cable Carril*

<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util/ Día</b>	<b>Costo Unitario /Día</b>
Motor (moto)	1		S/1,600.00	730	S/2.19
Soga	500	m	S/3.00	120	S/12.50
Cable de Acero	520	m	S/11.50	300	S/19.93
Skip	1		S/800.00	365	S/2.19
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/36.82</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 25:

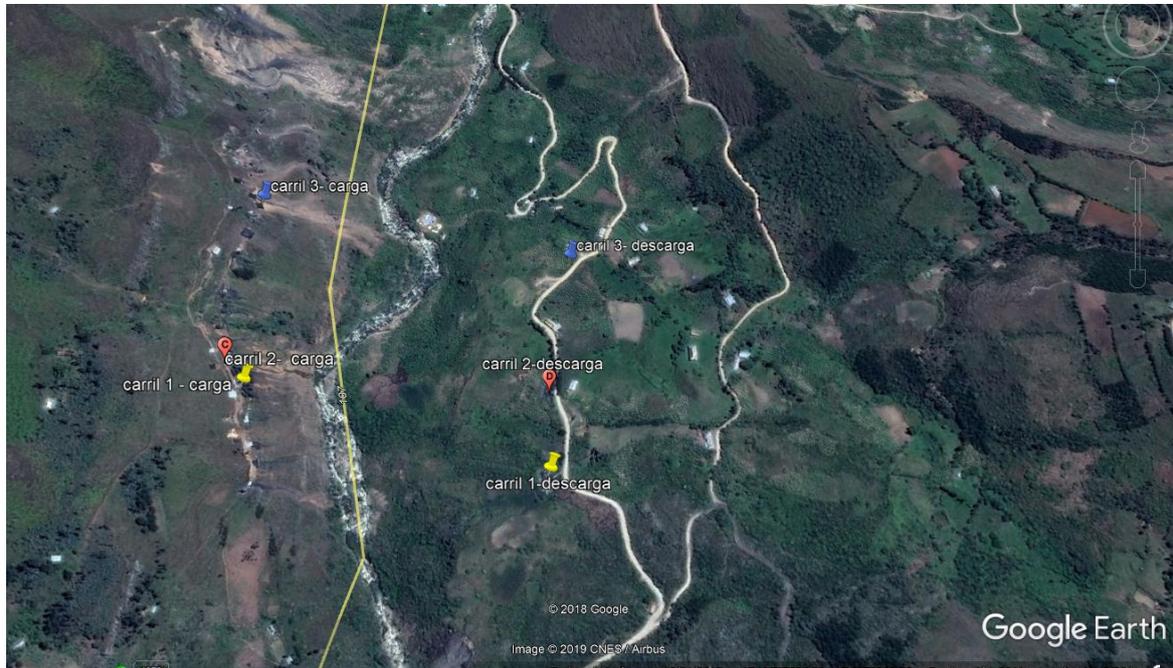
*Costo de Materiales del Tercer Cable Carril*

<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util/ Día</b>	<b>Costo Unitario/Día</b>
Roldana	1		S/3,500.00	1825	S/1.92
Cable de Anclaje	3	m	S/20.00	5475	S/0.01
Poleas y Ganchos	3		S/50.00	90	S/1.67
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/3.60</b>

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 2: Fotografías**

**FOTOGRAFIA N° 2: Ubicación de los puntos de GPS de la toma de muestras**



**FOTOGRAFIA N° 3: zona de carga del mineral**



**FOTOGRAFIA N° 4:** Zona de descarga



**FOTOGRAFIA N° 5:** Toma de datos (tiempos)



**FOTOGRAFIA N° 6:** Toma de datos



**FOTOGRAFIA 7:** Sistema de operación con motor actual



**FOTOGRAFIA N° 8:** Sistema de soporte de descarga.

