

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

“OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO Y
ACARREO PARA EVITAR TIEMPOS MUERTOS
EN TRANSPORTE DE MATERIAL EN
PROYECTOS MINEROS DE EMPRESA
CONSORCIO CHAQUICOCHA SRL”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autor:

Nemer Bilardo Chilón Infante

Asesor:

Ing. Daniel Alva Huaman

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por ser mi creador y por darme la sabiduría, vida y salud que el meda día a día.

A mi esposa e hijos por el apoyo incondicional que siempre me dan y que son mi inspiración para cumplir todos mis objetivos.

A mis padres porque gracia a ellos son la persona que soy ahora y me enseñaron a seguir adelante, ante todo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la vida, la salud de esta manera realizar uno de mis objetivos importante en la vida como de adquirir mi título profesional, A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento ayudándome a superar las adversidades que se presentaron en el camino de mi formación profesional.

A la empresa “Consortio Chaquicocha SRL. Por apoyarme con la información necesaria para la elaboración de esta presente tesis

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MÈTODOLOGIA	14
CAPÍTULO III. RESULTADOS	54
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	57
REFERENCIAS	60
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Antes de la Mejora</i>	25
Tabla 2 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 02 Antes de la Mejora</i>	26
Tabla 3 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 03 Antes de la Mejora</i>	27
Tabla 4 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 05 Antes de la Mejora</i>	28
Tabla 5 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 06 Antes de la Mejora</i>	29
Tabla 6 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 07 Antes de la Mejora</i>	30
Tabla 7 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 08 Antes de la Mejora</i>	31
Tabla 8 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 11 Antes de la Mejora</i>	32
Tabla 9 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 12 Antes de la Mejora</i>	33
Tabla 10 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 18 Antes de la Mejora</i>	34
Tabla 11 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 19 Antes de la Mejora</i>	35
Tabla 12 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 20 Antes de la Mejora</i>	36
Tabla 13 <i>Análisis de Tiempo y Velocidad Promedio y Producción de Volquetes Antes de la Mejora</i>	37
Tabla 14 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	40
Tabla 15 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	41
Tabla 16 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	42
Tabla 17 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	43
Tabla 18 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	44
Tabla 19 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	45
Tabla 20 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	46
Tabla 21 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	47
Tabla 22 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	48
Tabla 23 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	49

Tabla 24 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	50
Tabla 25 <i>Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora</i>	51
Tabla 26 <i>Análisis de Tiempo Velocidad Promedio y Producción de Volquetes Después de la Mejora</i>	52
Tabla 27 <i>Calculando Velocidad Promedio en el Tramo 3 Antes de la Mejora.</i>	54
Tabla 28 <i>Calculando Velocidad Promedio en el Tramo 3 Después de la Mejora.</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de Carguío Pad Car. 14.....	19
Figura 2 Proceso de Acarreo de Material.....	19
Figura 3 Proceso de Descarga de Material.....	19
Figura 4 Ruta de Acarreo.	20
Figura 5 Ruta del Tramo 01 Color Rojo)	21
Figura 6 Ruta del Tramo 02 (Color Verde).....	22
Figura 7 Ruta del Tramo 03 (Color Azul).....	23
Figura 8 Ruta del Tramo 04(Color Negro).....	24
Figura 9 Índice de Productividad de Volquetes Antes de la Mejora.....	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 01 proceso de selección de base de datos.....	14
--	----

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo primordial optimizar el ciclo de carguío y acarreo de transporte de material en proyectos mineros de la empresa “CONSORCIO CHAQUICOCHA SRL”, donde el horario de trabajo es de lunes a viernes de 7 am a 5:00 pm con una hora de refrigerio para ello primero identificaremos donde y cuáles son las causas que las ocasionan. En esta investigación hemos dividido la ruta de acarreo en 4 tramos para tener un mejor análisis del ciclo de acarreo. El tramo 01 comprende entre el punto de carguío pad car 14 hasta el cruce de la vía a campamento km 52 con una distancia de 1.09 km., tramo 02 entre cruce vía a campamento km 52 a cruce con acceso lif 6 pad car 14 con una distancia de 0.80 km, tramo 03 entre cruce con acceso lif 06 pad car. 14 a cruce con vía de servicio con una distancia de 1.72 km y tramo 04 entre vía de servicio a descarga lif 09 pad car 10 con una distancia de 0.90 km. Se evaluó los tiempos y velocidades en cada tramo, llegando a una conclusión que en el tramo 03 la velocidad de los volquetes es de 14 K/h y 16 K/h (cargado), 24 K/h y 27 K/h (vacío) esto debido al mal estado de la vía y esto afecta a la producción diaria, por ello se propone un aumento de velocidad, el mecanismo para el aumento de velocidad será mediante un mantenimiento de la vía en el tramo 03.

Palabras clave: Optimización, carguío, acarreo, evitar tiempos muertos, minimización de tiempos improductivos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día en este ciclo XXI en las industrias mineras las demoras en el carguío y acarreo son considerados como uno de las causas principales que afectan en la productividad en un proyecto, existe un factor muy importante que influye en los índices de crecimiento económico en la mediana y gran minería, donde el ciclo de carguío es muy importante, ya que la producción depende del ciclo de acarreo y carguío. Es importante el diseño de las vías de acarreo para evitar tiempos muertos que pueden afectar la productividad y estos generan una baja en la productividad. Existen distintos tipos de control de tiempos que utilizan las empresas mineras, para identificar y evitar incidentes en este proceso. En esta presente investigación, la empresa cuenta con un sistema de control de tiempo con el horómetro del equipo tanto para el carguío como para el acarreo. Los proyectos mineros tienen un sistema de control de tiempos.

En la investigación de Martos Y Yopal nos indica que en el proyecto minero el toro, que actualmente solo se cuenta con un control de horómetro de los equipos, que es un formato llenado por los controladores o personal de piso, tomando como indicador el horómetro inicial y horómetro final de cada equipo que se encuentran en el área de trabajo. Contabilizando todo como global sin tener en cuenta paradas o tiempos muertos tiempos de calentamiento de motor, tiempo de traslado de equipo al inicio de guardia o por fallas mecánicas, engrases, abastecimiento de combustible, paradas por tiempos climáticos, etc. En el proceso de control de horómetro se toma el dato de horómetro inicial y el horómetro final por guardia se produce paradas por mantenimiento de vías por el mal estado de esta, por el cargado de material y dificultades mecánicas de volquetes. En un proyecto minero que implica la actividad de carguío y acarreo es importante también el mantenimiento adecuado de los

equipos que están involucrados en dicha actividad, también es importante también el diseño y estado de las vías de acarreo. (MARTOS PAREDES & YOPLA, 2018)

Chávez propone hacer una optimización en la producción de carguío y acarreo en mina, iniciando la recopilación de información de los tiempos de los ciclos de carguío y acarreo de la mina a través de reportes e informes, los que contrasta antes y después de aplicar el Sistema Jigsaw – Leica. Indica finalmente que las diferencias acumuladas a largos periodos de tiempo improductivos implican altos costos que consecuentemente justifican la inversión de un plan de mejoramiento continuo a fin de llevar a una mejor producción. (CHAVEZ & WINDERLI, 2016)

Buscar alternativas para una mejor producción, el estudio lo desarrolló con datos de la operación actual, con técnicas y herramientas estadísticas que le permitieron conocer la utilización y disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo; concluyendo con un logro en la disminución de horas improductivas en las operaciones unitarias de carguío y acarreo. (APAZA RISCO, 2017)

Los factores que afectan a la productividad en el transporte y se debe considerar que la eficiencia y el costo operativo se verán afectadas por dos tipos de factores: positivos y negativos. En los factores positivos tenemos: personal altamente capacitado, mantenimiento adecuado de equipos, control detallado de la eficiencia de equipos, etc. Y en los factores negativos están considerados: estados de las vías, falta de recurso humano, problema de tránsito, administración y logística ineficiente. (RIVEROS MENDOZA , 2017)

En esta investigación nos indica que, mediante la propuesta de mejora del sistema de carguío y acarreo, utilizando un sistema de simulación, permite reducir los costos del área de Operaciones garantizando el cumplimiento de manera eficaz y eficiente del

plan de cierre de mina de movimiento de desmonte hacia el botadero para rutas cortas. (VILLALOVOS LESCANA , 2015)

En su trabajo de investigación sobre "Mejoramiento de carguío y acarreo de mineral en la U.E.A mina Breapampa - CIA minera Buenaventura S.A.A" Llallahui resume que la implementación de métodos de control, alternativas de solución para la mejora de la productividad, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, influyen en forma prioritaria en la reducción de costos. (LLALLAHUI ROJAS , 2016)

La deficiencia de producción en el ciclo de minado en la Cooperativa Minera Limata Ltda., trae factores negativos aumentando costos en producción y como consecuencia tener una baja utilidad en el campo de producción, este problema aqueja bastante en la Cooperativa ya desde varios años dejando una baja calidad salarial a los trabajadores, ausencia de controles de seguridad y otros. (GAIMES SIVANA , 2019)

Hoy en día, la industria minera presenta constantes cambios tecnológicos con el objetivo de reducir costos y tiempos muertos de las actividades que implica esta industria, una de las actividades más importante de una mina es el carguío y acarreo, por esta razón gran parte de las empresas subcontratan a otras empresas especialistas para realizar el carguío y acarreo a través de softwares avanzados. (CORDOVA TAHUADA, 2019)

Es importante la selección de los equipos, el diseño de las vías y bermas para evitar tiempos muertos que perjudiquen o retrasen el proceso de carguío y acarreo generando pérdidas económicas. En la mayoría de compañías mineras tienen distintos sistemas de control de tiempos, para evitar cualquier tipo de incidentes que perjudiquen este proceso. Cuando se logra reducir el ciclo del carguío y acarreo

umenta la productividad y se reduce el costo de la operación, reduciendo la distancia del acarreo también reducimos el tiempo de transporte. (JULCA LOPEZ, 2019)

1.1. Formulación del problema

¿se podrá optimizar el ciclo de carguio y acarreo para evitar tiempos muertos en el trasporte de material en proyectos mineros de la empresa Consorcio Chaquicocha ?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

optimizar el ciclo de carguio y acarreo para evitar tiempos muertos en el trasporte de material en proyectos mineros de la empresa Consorcio Chaquicocha.

1.2.2. Objetivos específicos

Identificar donde y cuales son la cusas de la demora durante el ciclo de carguío y acarreo, Establecer un periodo de tiempo para el ciclo de carguío y acarreo.

Reducir el tiempo del ciclo de carguío y acarreo. Planteando una propuesta de mejoramiento de vías.

Aumento en la velocidad.

Aumento en la productividad

1.3. Hipótesis

¿Es posible optimizar el ciclo de carguío y acarreo para evitar tiempos muertos en el acarreo de material? si es posible, de acuerdo a los resultados encontrados, para identificar las demoras en el acarreo se ha tomado en cuenta el tiempo de recorrido de cada volquete desde el carguío hasta la descarga y viceversa también se ha tomado en cuenta las velocidades en que se trasladan.

1.3.1. Hipótesis general

Al evaluar el ciclo del carguío y acarreo del material por tramos podremos identificar el lugar donde se generan las demoras en el acarreo y cuál es la causa, daremos solución a los tiempos muertos, reducir el ciclo del carguío y acarreo y aumentar la productividad.

1.3.2. Hipótesis específicas

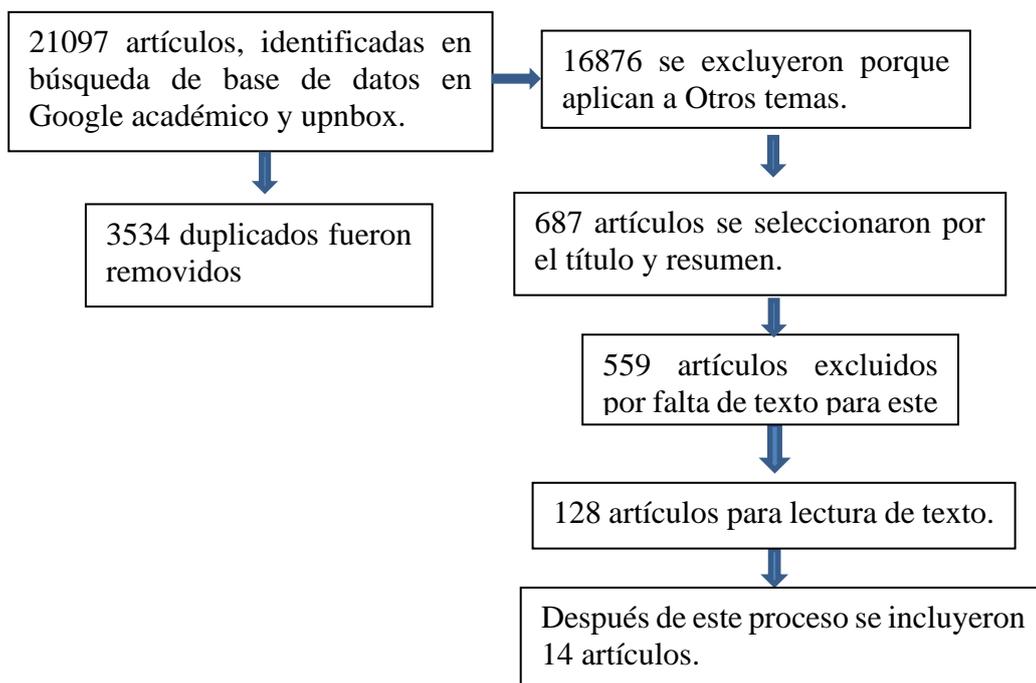
Al identificar las demoras y las causas que la generan en el proceso del carguío y acarreo, podremos aplicar medidas para eliminarlas y mejorar el tiempo en el acarreo. Con los datos y pruebas obtenidos en campo se podrá calcular el tiempo del ciclo del carguío y acarreo. Si se aplica la propuesta de optimización de ciclo de acarreo mediante el mantenimiento de vías se aumentará la velocidad y por ende se reduce el ciclo de carguío y acarreo como resultado se tendrá un aumento en la producción.

CAPÍTULO II. METODOLOGIA

Este presente proyecto corresponde a una investigación cuantitativa experimental con diseño cuasi experimental, en que buscamos identificar las principales causas que alargan el ciclo del carguío y acarreo, haciendo una medición inicial en campo, luego se propone medidas que permitan disminuir el tiempo del ciclo de carguío y acarreo, luego con una segunda medición compararemos el antes y después con respecto a la velocidad y el tiempo. Con los resultados obtenidos se verá la reducción del ciclo del carguío y acarreo y el aumento de la productividad.

Las bases de datos consultados fueron en Google académico y upnbox, la selección fue de la siguiente manera como se muestra a continuación en la Ilustración 01.

Ilustración 01 Proceso de selección de bases de datos.



La preocupación por la validez y confiabilidad puede limitar estas y otras fallas en la investigación cuantitativa. Aspectos de tener en cuenta incluyen la validez de contenido para asegurar que el investigador está midiendo lo que la teoría indica que se debe medir, la

validez externa para delimitar los criterios de selección de muestra, validez convergente para asegurar que lo que intenta medir es lo que se mide efectivamente y para hacer las correlaciones, fiabilidad o consistencia interna para demostrar que la medición es confiable y coherente a través del tiempo y, finalmente, el análisis factorial para verificar que el constructo responde a la investigación definida. (RAMIREZ & SWEG, 2012)

Docente de la maestría en Orientación de la Universidad de Costa Rica, el tipo de investigación aplicada se centra en el análisis y solución de problemas de varias índoles de la vida real, así como también se nutre de avances científicos y se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos. (VARGAS, 2009)

La investigación cuantitativa se utiliza cuando se pretende explicar fenómenos de causa y efecto. Este modelo requiere el empleo de un lenguaje unificado y la posibilidad de cuantificación de los fenómenos estudiados, o se expliquen, son principios similares, validados por un método científico o por otros medios. El estudio cuantitativo está muy generalizado y existe una tendencia a darle mayor credibilidad; implica una nula relación entre el investigador y el objeto de estudio; además se requiere procedimientos estructurados de investigación, para confirmar o rechazar teorías a raíz de sus resultados, con los cuales se hacen inferencias estadísticas; así mismo este método se supone completamente objetivo. Su aplicación es preferible cuando ya existe teoría suficiente, con conceptos definidos que se pueden analizar y medir de manera concreta. (UGALDE & BALBASTRE, 2013)

El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa. Asimismo, es con diseño Cuasi experimental porque

se enfoca en identificar los factores de demora que generan los tiempos muertos en el ciclo de carguío (antes), para luego tomar acciones evitando los periodos de demora y aplicando una propuesta que permita optimizar el ciclo en tiempo. (PALELLA & MARTINS, 2012)

2.1. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

➤ Población:

La población a estudiar son 20 volquetes volvo 480 con capacidad de carga 17 M3 respectivamente, cuales participaron en el carguío y acarreo.

➤ Muestra:

Las muestras que tomamos en cuenta en la investigación son 12 volquetes y estos son codificados de la siguiente manera: VO-01, VO-02, VO-03, VO-05, VO-06, VO-07, VO-08, VO-11, VO-12, VO-18, VO-19, VO-20. Se tomaron en cuenta porque estuvieron operativos durante la recolección de datos.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Realizamos las observaciones a los volquetes para determinar el ciclo de acarreo para ello utilizamos un cronometro como se muestra en el anexo 5 la medición se inicia en el carguío y termina cuando el volquete regresa nuevamente al lugar de carguío después de realizar la descarga, el tiempo recorrido tanto cargado como vacío se denomina ciclo, para determinar el tiempo de recorrido en cada tramo también se realizó con un cronometro adicional a esto utilizamos radios de comunicación tipo handie esto con el fin de mantenernos en comunicación con los operadores para tomar los tiempos en cada tramo ya que todos los operadores cuentan con radios de comunicación como se muestra en el anexo 7 y 8 para determinar las velocidades se realizó entrevistas a los operadores tal como se muestra en el anexo 6 y con la ayuda del velocímetro de cada equipo el operador fue tomando datos y dictando vía radial las velocidades en cada tramo, También obtuvimos la distancia de recorrido desde el

carguío hasta la descarga por tramo datos que nos proporcionó oficina técnica de “CONSORCIO CHAQUICOHA SRL” como se muestra en la figura 4. Con los datos obtenidos se pudo identificar demoras en el tramo 3 tanto de ida como de regreso.

Los instrumentos de recolección de datos fueron los siguientes:

En el ANEXO N.º 1 Ficha de datos de tiempo por tramos. Es el instrumento con el cual se resume la medición de tiempos de recorrido de los 12 volquetes en cada tramo cargados y vacíos.

ANEXO N.º 2 Ficha resumen de datos de campo por equipo. En este instrumento plasmamos los tiempos, velocidad y distancia para cada volquete y por tramos.

ANEXO N.º 3: Ficha de análisis tiempo- velocidad tramo N.º 03. Muestra el instrumento se analizó el tiempo-velocidad de recorrido en el tramo N.º 03 ya que es ahí donde se aplicó la propuesta de mejora.

ANEXO N.º 4 ficha de análisis de producción de volquetes. Muestra la producción de cada volquete y muestra las horas trabajadas con el horómetro de cada volquete.

ANEXO N.º 5 Instrumento de medición de tiempos (Cronometro) se muestra el instrumento con el cual se tomaron los tiempos en campo.

ANEXO N.º 6 Entrevista a operadores. Se muestra la entrevista a algunos operadores para la toma de datos de velocidad por tramos ya que el instrumento fue el velocímetro de cada equipo, por la coyuntura que vivimos y salvaguardar nuestra salud está prohibido transportarse como copiloto en los volquetes y los datos se obtuvieron mediante la entrevista a los operadores.

Los datos que se obtuvieron en campo se tabularon en los formatos digitales de Excel de las herramientas utilizadas, esto con el propósito de plasmar en gráficos para un mejor análisis de producción, tiempos y velocidad. Al aplicar la propuesta en el tramo N.º 3 se realizó una comparación en relación a los datos obtenidos al principio.

ANEXO N.º 7 Mal estado de las vías, se muestra el estado de las vías en el tramo N.º 03 antes de la mejora.

Al analizar los datos obtenidos notamos que en el tramo N.º 03 la velocidad es de entre 14 K/h y 16 K/h (cargado), 24 K/h y 27 K/h (vacío) causado por el mal estado de las vías y esto causaba la baja producción del acarreo, en condiciones normales la velocidad en este tramo pude alcanzar hasta 25 k/h cargado y 35 k/h vacío, este último dato proporcionado por los operadores es en este tramo donde aplicaremos la propuesta de mejora.

2.3. Procedimiento

La investigación que se realizo es de tipo experimental, por lo cual se realizaron mediciones de un antes y después para ver la relación de causa-efecto. Así podremos determinar si al aplicar la propuesta de optimización en el ciclo de acarreo muestra un de velocidad y aumento significativo de la productividad diaria.

Se realizó la recolección de información de tiempos de carguío y acarreo de los volquetes para tener datos más exactos del ciclo de acarreo, se dividió la ruta de acarreo en 4 tramos que comprende desde el pad Carachugo 14 hasta pad Carachugo lif 09 siendo el recorrido tanto cargado y vacío un total de 9.042 kilómetros.

Figura 1 *Proceso de Carguío Pad Car. 14*



Fuente monitoreo en campo

Figura 2 *Proceso de Acarreo de Material.*



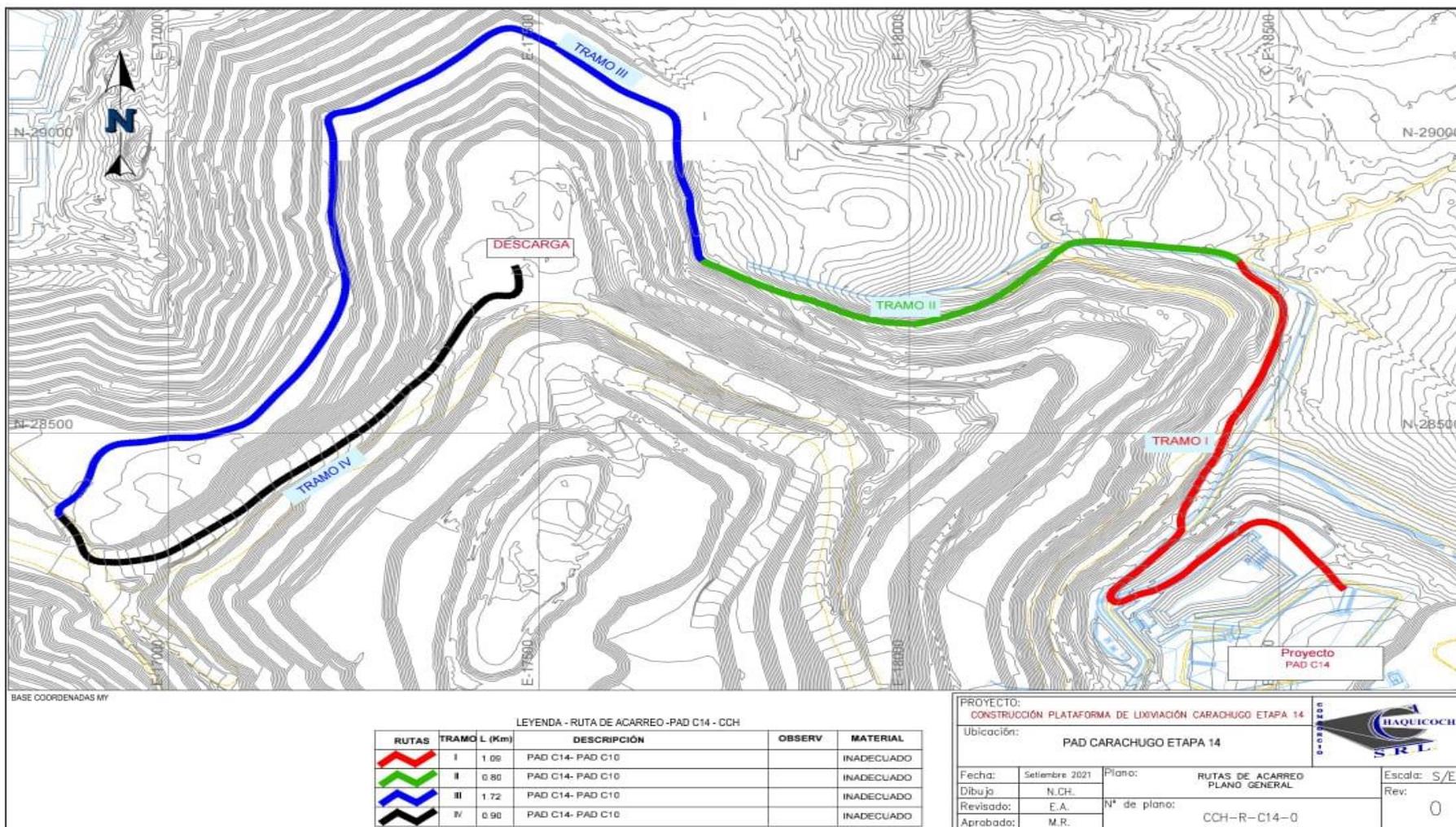
Fuente monitoreo en campo

Figura 3 *Proceso de Descarga de Material.*



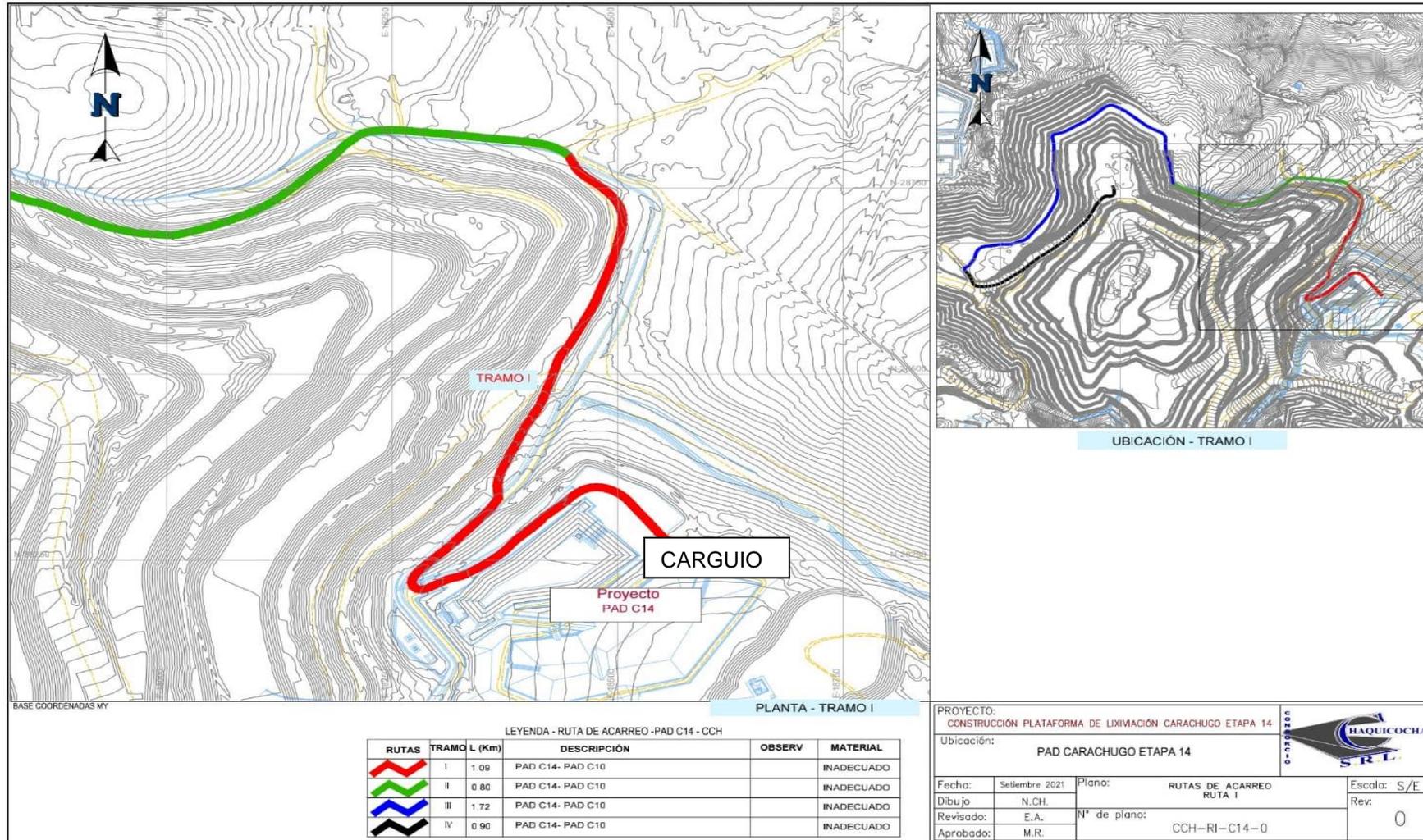
fuentes monitoreo en campo

Figura 4 Ruta de Acarreo.



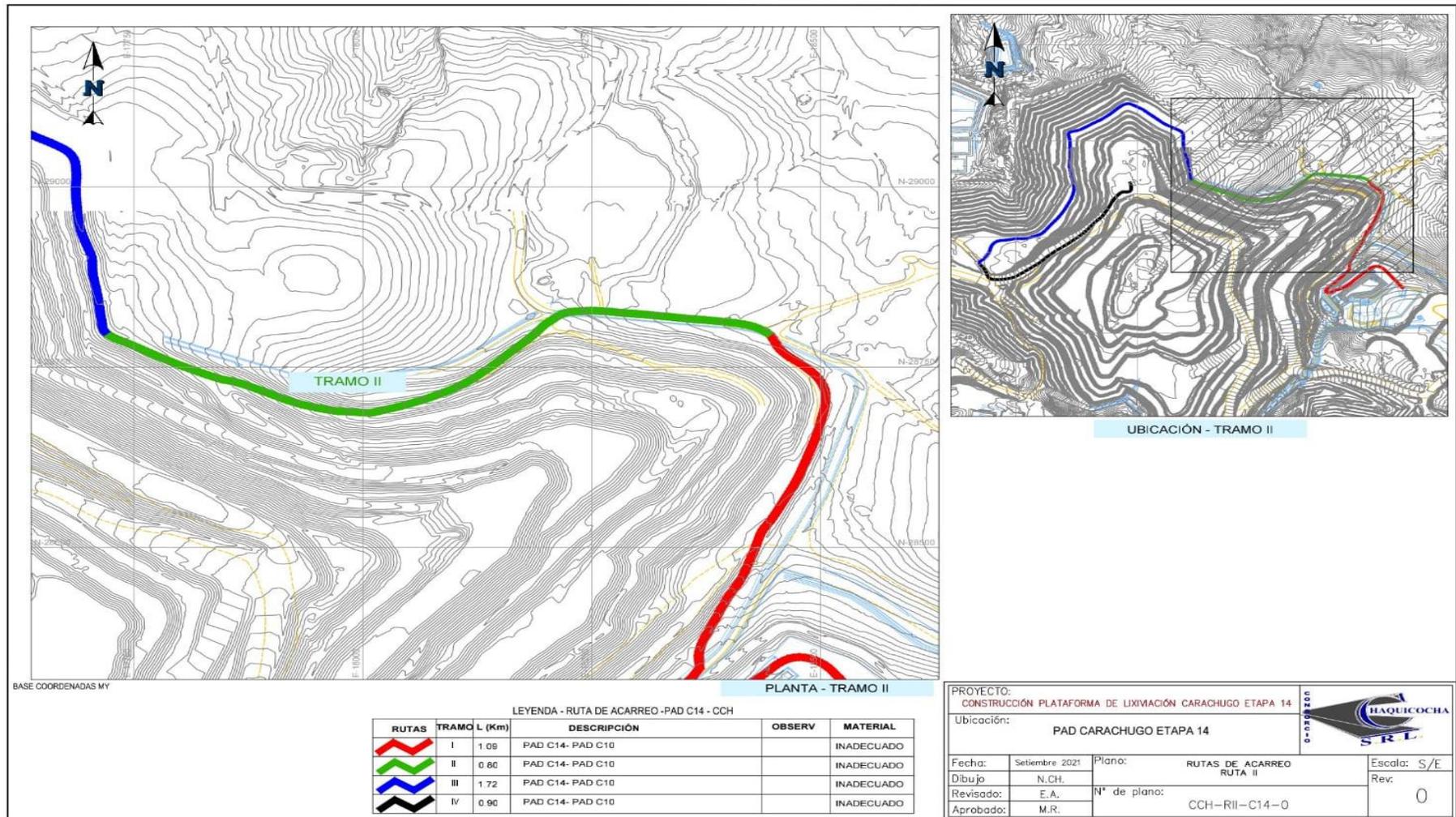
Fuente oficina tecnica.

Figura 5 Ruta del Tramo 01 Color Rojo)



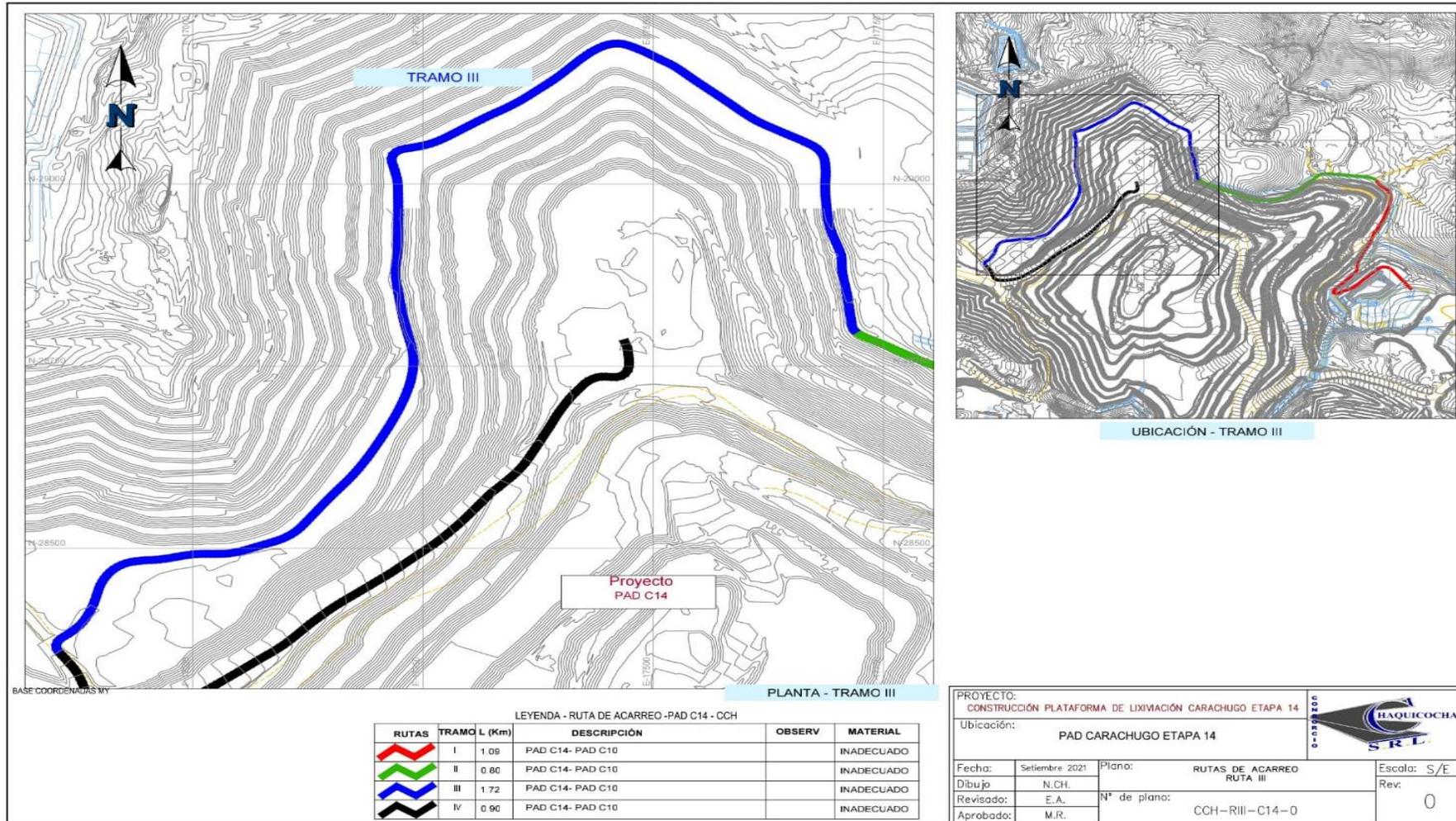
fuelle oficina técnica

Figura 6 Ruta del Tramo 02 (Color Verde)



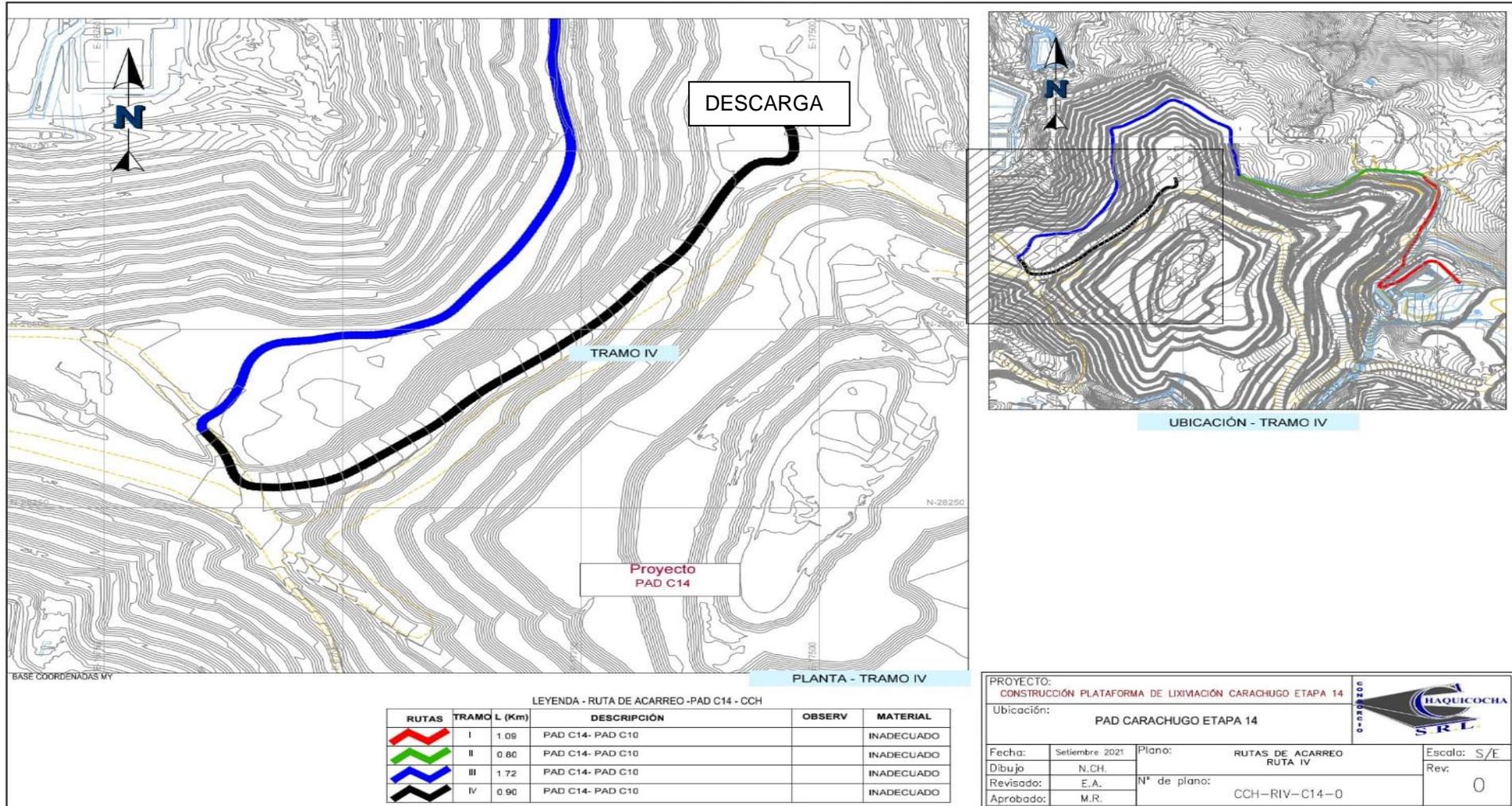
Fuente oficina técnica

Figura 7 Ruta del Tramo 03 (Color Azul)



fuelle oficina técnica

Figura 8 Ruta del Tramo 04(Color Negro)



fuelle oficina técnica

A continuación, presentamos tabla de análisis antes de aplicar la mejora donde se muestra el tiempo y velocidad por tramos de cada volquete. En esta tabla como resultado tendremos ciclo y velocidad promedio por volquete.

Tabla 1

Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Antes de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,30	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,20	1.09	17
Tramo 02	2,45	0.80	20
Tramo 03	7,12	1.72	15
Tramo 04	6,05	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,50		
Tramo 04	2,00	0.90	40
Tramo 03	5,02	1.72	25
Tramo 02	2,38	0.80	30
Tramo 01	2,12	1.09	30
Total	33,56	9.042	21,7

Fuente: monitoreo en campo

Nota. En la tabla 01 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=33,56 minutos y velocidad promedio=21,7 k/h.

Tabla 2

Análisis de Tiempo – Velocidad VO 02 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,02	1.09	18
Tramo 02	2,53	0.80	19
Tramo 03	7,43	1.72	14
Tramo 04	7,10	0.90	18
Maniobra D.	0,24	0.012	10
Descarga	1,54		
Tramo 04	2,20	0.90	39
Tramo 03	5,34	1.72	24
Tramo 02	2,38	0.80	30
Tramo 01	2,30	1.09	29
Total	34,51	9.042	21,1

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 02 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,51 minutos y velocidad promedio=21,1 k/h.

Tabla 1
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 03 Antes de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,54	1.09	19
Tramo 02	2,48	0.80	20
Tramo 03	6,53	1.72	16
Tramo 04	7,00	0.90	19
Maniobra D.	0,23	0.012	10
Descarga	1,57		
Tramo 04	2,23	0.90	39
Tramo 03	5,34	1.72	26
Tramo 02	2,50	0.80	29
Tramo 01	2,53	1.09	28
Total	34,39	9.042	21,6

fuentes monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 03 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,39 minutos y velocidad promedio=21,6 k/h.

Tabla 2
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 05 Antes de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,29	0,010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,02	1,09	18
Tramo 02	2,53	0,80	19
Tramo 03	7,43	1,72	14
Tramo 04	7,10	0,90	18
Maniobra D.	0,24	0,012	10
Descarga	1,54		
Tramo 04	2,20	0,90	39
Tramo 03	5,34	1,72	24
Tramo 02	2,38	0,80	30
Tramo 01	2,19	1,09	29
Total	34,07	9,042	21,1

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 04 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,07 minutos y velocidad promedio=21,1 k/h.

Tabla 3

Análisis de Tiempo – Velocidad VO 06 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,30	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,15	1.09	17
Tramo 02	3,00	0.80	18
Tramo 03	7,58	1.72	13
Tramo 04	7,30	0.90	17
Maniobra D.	0,24	0.012	10
Descarga	1,58		
Tramo 04	2,50	0.90	37
Tramo 03	5,56	1.72	23
Tramo 02	2,45	0.80	29
Tramo 01	2,25	1.09	28
Total	34,53	9.042	20,2

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 05 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,53 minutos y velocidad promedio=20,2 k/h.

Tabla 4
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 07 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,20	1.09	17
Tramo 02	2,42	0.80	20
Tramo 03	7,12	1.72	15
Tramo 04	6,02	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,00	0.90	40
Tramo 03	5,00	1.72	25
Tramo 02	2,38	0.80	30
Tramo 01	2,16	1.09	29
Total	34,07	9.042	21,6

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 06 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,07 minutos y velocidad promedio=21,6 k/h.

Tabla 5
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 08 Antes de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,21	1.09	18
Tramo 02	2,39	0.80	20
Tramo 03	7,10	1.72	16
Tramo 04	6,02	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,15	0.90	39
Tramo 03	5,00	1.72	25
Tramo 02	2,33	0.80	30
Tramo 01	2,17	1.09	29
Total	33,51	9.042	21,7

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 07 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=33,51 minutos y velocidad promedio=21,7 k/h.

Tabla 6

Análisis de Tiempo – Velocidad VO 11 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,30	1.09	16
Tramo 02	2,40	0.80	19
Tramo 03	7,10	1.72	16
Tramo 04	6,15	0.90	19
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,38	0.90	37
Tramo 03	5,03	1.72	25
Tramo 02	2,35	0.80	30
Tramo 01	2,19	1.09	29
Total	34,35	9.042	21,1

Fuente: monitoreo en campo

Nota. En la tabla 08 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,35 minutos y velocidad promedio=21,1 k/h.

Tabla 7
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 12 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	2,23	1.09	18
Tramo 02	2,31	0.80	21
Tramo 03	6,47	1.72	18
Tramo 04	6,15	0.90	19
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,33	0.90	38
Tramo 03	4,55	1.72	26
Tramo 02	2,33	0.80	30
Tramo 01	2,05	1.09	29
Total	32,01	9.042	20,9

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 09 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=32,01 minutos y velocidad promedio=20,9 k/h.

Tabla 8
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 18 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,27	1.09	18
Tramo 02	2,43	0.80	19
Tramo 03	7,17	1.72	16
Tramo 04	6,07	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,46	0.90	37
Tramo 03	5,05	1.72	25
Tramo 02	2,30	0.80	30
Tramo 01	2,11	1.09	30
Total	34,31	9.042	21,5

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 10 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,31 minutos y velocidad promedio=21,5 k/h.

Tabla 9
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 19 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,15	1.09	17
Tramo 02	2,35	0.80	19
Tramo 03	6,34	1.72	18
Tramo 04	7,35	0.90	19
Maniobra D.	0,24	0.012	10
Descarga	1,58		
Tramo 04	2,07	0.90	39
Tramo 03	5,02	1.72	26
Tramo 02	2,34	0.80	29
Tramo 01	2,19	1.09	28
Total	34,32	9.042	21,5

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 11 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=34,32 minutos y velocidad promedio=21,5 k/h.

Tabla 10
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 20 Antes de la Mejora

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,30	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	2,23	1.09	18
Tramo 02	2,31	0.80	21
Tramo 03	6,47	1.72	18
Tramo 04	6,15	0.90	19
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,23	0.90	38
Tramo 03	4,10	1.72	26
Tramo 02	2,37	0.80	29
Tramo 01	2,10	1.09	29
Total	31,43	9.042	21,8

Fuente: monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 12 se observa los resultados de monitoreo en campo tiempo de recorrido (ciclo)=31,43 minutos y velocidad promedio=21,8 k/h.

Tabla 11*Análisis de Tiempo, Velocidad Promedio y Producción de Volquetes Antes de la Mejora*

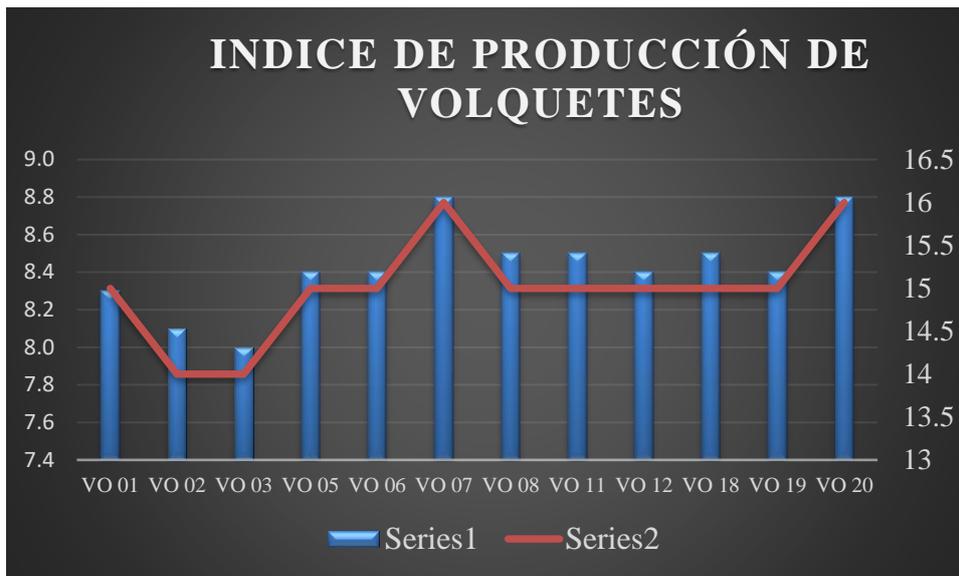
Equipo	Modelo	Código	Horómetro Inicial	Horómetro Final	Horas Trabajadas	n° de Viajes	Ciclo en Minutos	Velocidad Promedio k/h	Distancia en Kilómetros
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 01	3323,2	3331,5	8,3	15	33,56	21,7	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 02	1198,1	1206,2	8,1	14	34,51	21,7	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 03	10044,3	10052,3	8,0	14	34,39	21,6	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 05	10733,2	10741,6	8,4	15	34,07	21,1	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 06	9707,5	9715,9	8,4	15	34,53	20,2	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 07	2505,6	2514,4	8,8	16	34,07	21,6	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 08	6899,7	6908,2	8,5	15	33,51	21,7	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 11	8953,1	8961,6	8,5	15	34,35	21,1	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 12	8552,5	8560,9	8,4	15	32,01	20,9	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 18	10467,0	10475,5	8,5	15	34,31	21,5	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 19	477,4	485,8	8,4	15	34,32	21,5	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 20	9825,7	9834,5	8,8	16	31,43	21,8	9.042

Promedio	180	33,76	21,37
----------	-----	-------	-------

Fuente monitoreo en campo

Nota. En la tabla 13 mostramos un cuadro resumen de velocidad, ciclo promedios y producción de cada volquete. Donde el ciclo promedio es 33,76 minutos, la velocidad promedio es 21,37 k/h y la producción diaria es de 180 viajes.

Figura 9 Índice de Productividad de Volquetes Antes de la Mejora



Fuente: monitoreo en campo.

En la figura 01 se muestra la producción de cada volquete n° de viajes y tiempo empleado en el turno, la medición de hora empleado se realizó con el horómetro de cada equipo.

A continuación, presentamos tabla de análisis después de aplicar la mejora donde se muestra el tiempo y velocidad por tramos de cada volquete. En esta tabla como resultado tendremos ciclo y velocidad promedio por volquete.

Tabla 12
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 01 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,30	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,20	1.09	17
Tramo 02	2,45	0.80	20
Tramo 03	4,55	1.72	25
Tramo 04	6,05	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,50		0
Tramo 04	2,00	0.90	40
Tramo 03	2,56	1.72	35
Tramo 02	2,18	0.80	30
Tramo 01	2,12	1.09	30
Total	28,53	9.042	23,7

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 14 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 01 ha disminuido 2.54 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 2 k/h con respecto a la tabla 01.

Tabla 13
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 02 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minuto	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	2,90	1.09	18
Tramo 02	2,34	0.80	19
Tramo 03	5,00	1.72	24
Tramo 04	6,75	0.90	18
Maniobra D.	0,24	0.012	10
Descarga	1,51		
Tramo 04	2,10	0.90	39
Tramo 03	2,52	1.72	35
Tramo 02	2,22	0.80	30
Tramo 01	2,25	1.09	29
Total	29,5	9.042	23,2

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 15 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 02 ha disminuido 5.06 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 2.1 k/h con respecto a la tabla 02.

Tabla 14
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 03 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,34	1.09	19
Tramo 02	2,34	0.80	20
Tramo 03	4,55	1.72	25
Tramo 04	6,83	0.90	19
Maniobra D.	0,23	0.012	10
Descarga	1,47		
Tramo 04	2,10	0.90	39
Tramo 03	2,53	1.72	35
Tramo 02	2,35	0.80	29
Tramo 01	2,36	1.09	28
Total	29,80	9.042	23,4

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 16 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 03 ha disminuido 4.54 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 1.8 k/h con respecto a la tabla 03.

Tabla 15
Análisis de tiempo – velocidad VO 05 después de la mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0.29	0.010	10
Carguío	1.42		0
Tramo 01	3,02	1.09	18
Tramo 02	2,53	0.80	19
Tramo 03	5,02	1.72	24
Tramo 04	7,10	0.90	18
Maniobra D.	0,24	0.012	10
Descarga	1,54		
Tramo 04	2,30	0.90	39
Tramo 03	2,54	1.72	35
Tramo 02	2,38	0.80	30
Tramo 01	2,19	1.09	29
Total	28,86	9.042	23,2

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 17 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 05 ha disminuido 5.21 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 2.1 k/h con respecto a la tabla 04.

Tabla 16
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 06 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,30	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,15	1.09	17
Tramo 02	3,00	0.80	18
Tramo 03	5,03	1.72	23
Tramo 04	7,30	0.90	17
Maniobra D.	0,24	0.012	11
Descarga	1,58		
Tramo 04	2.50	0.90	37
Tramo 03	2,59	1.72	35
Tramo 02	2,35	0.80	29
Tramo 01	2,25	1.09	28
Total	29,21	9.042	24,3

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 18 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 06 ha disminuido 5.32 minutos y la velocidad promedia ha aumentado 2.7 k/h con respecto a la tabla 05.

Tabla 17
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 07 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en K/H
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,20	1.09	17
Tramo 02	2,52	0.80	20
Tramo 03	5,00	1.72	25
Tramo 04	6,09	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,06	0.90	40
Tramo 03	2,54	1.72	35
Tramo 02	2,38	0.80	30
Tramo 01	2,26	1.09	29
Total	29,49	9.042	23,6

Fuente monitoreo en campo

Nota. En la tabla 19 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 07 ha disminuido 4.58 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 2.0 k/h con respecto a la tabla 06.

Tabla 18
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 08 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en K/H
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,11	1.09	18
Tramo 02	2,29	0.80	20
Tramo 03	5,00	1.72	24
Tramo 04	6,02	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,15	0.90	39
Tramo 03	2,53	1.72	35
Tramo 02	2,23	0.80	30
Tramo 01	2,17	1.09	29
Total	28,94	9.042	23,5

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 20 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 08 ha disminuido 4.57 minutos y la velocidad promedia ha aumentado 1.8 k/h con respecto a la tabla 07.

Tabla 19
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 11 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		0
Tramo 01	3,30	1.09	16
Tramo 02	2,40	0.80	19
Tramo 03	5,03	1.72	23
Tramo 04	6,15	0.90	19
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,38	0.90	37
Tramo 03	2,54	1.72	34
Tramo 02	2,35	0.80	30
Tramo 01	2,19	1.09	29
Total	29,79	9.042	22,7

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 21 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 11 ha disminuido 4.56 minutos y la velocidad promedia ha aumentado 1.6 k/h con respecto a la tabla 08.

Tabla 20

Análisis de Tiempo – Velocidad VO 12 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	2,23	1.09	18
Tramo 02	2,31	0.80	21
Tramo 03	4,52	1.72	25
Tramo 04	6,19	0.90	19
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,39	0.90	38
Tramo 03	2,52	1.72	35
Tramo 02	2,36	0.80	30
Tramo 01	2,05	1.09	29
Total	28,01	9.042	23,5

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 22 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 12 ha disminuido 4.0 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 2.6 k/h con respecto a la tabla 09.

Tabla 21
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 18 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,27	1.09	18
Tramo 02	2,43	0.80	19
Tramo 03	5,02	1.72	24
Tramo 04	6,07	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,46	0.90	37
Tramo 03	2,56	1.72	34
Tramo 02	2,30	0.80	30
Tramo 01	2,11	1.09	30
Total	29,67	9.042	23,2

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 23 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 18 ha disminuido 4.64 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 1.7 k/h con respecto a la tabla 10.

Tabla 22
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 19 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en Kilómetros	Velocidad en K/H
Maniobra C.	0,27	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,15	1.09	17
Tramo 02	2,35	0.80	19
Tramo 03	4,52	1.72	25
Tramo 04	7,35	0.90	19
Maniobra D.	0,24	0.012	10
Descarga	1,58		
Tramo 04	2,07	0.90	39
Tramo 03	2,52	1.72	35
Tramo 02	2,34	0.80	29
Tramo 01	2,19	1.09	28
Total	30,00	9.042	23,1

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 24 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 19 ha disminuido 4.32 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 1.6 k/h con respecto a la tabla 11.

Tabla 23
Análisis de Tiempo – Velocidad VO 20 Después de la Mejora.

	Tiempo en Minutos	Distancia en kilómetros	Velocidad en k/h
Maniobra C.	0,28	0.010	10
Carguío	1,42		
Tramo 01	3,27	1.09	18
Tramo 02	2,43	0.80	19
Tramo 03	4,51	1.72	25
Tramo 04	6,07	0.90	20
Maniobra D.	0,20	0.012	10
Descarga	1,55		
Tramo 04	2,46	0.90	37
Tramo 03	2,50	1.72	35
Tramo 02	2,30	0.80	30
Tramo 01	2,11	1.09	30
Total	29,10	9.042	23,4

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 25 podemos observar que el tiempo de ciclo de acarreo del volquete 20 ha disminuido 2.33 minutos y la velocidad promedio ha aumentado 1.6 k/h con respecto a la tabla 12.

Tabla 24*Análisis de Tiempo Velocidad Promedio y Producción de Volquetes Después de la Mejora.*

Equipo	Modelo	Código	Horómetro Inicial	Horómetro Final	Horas Trabajadas	N.º De Viajes	Ciclo en Minutos	Velocidad Promedio k/h	Distancia en kilómetros
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 01	3379,3	3387,7	8,4	18	28,53	23,7	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 02	1255,1	1263,5	8,4	17	29,52	23,2	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 03	10099,3	10107,6	8,3	17	29,80	23,4	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 05	10789,2	10797,8	8,6	18	28,86	23,2	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 06	9762,5	9770,8	8,3	17	29,21	22,3	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 07	2562,6	2571,6	9,0	18	29,49	23,6	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 08	6957,7	6966,4	8,7	18	28,94	23,5	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 11	9012,1	9020,7	8,6	17	29,79	22,7	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 12	8609,5	8617,9	8,4	18	28,01	23,5	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 18	10523,0	10531,7	8,7	17	29,67	23,2	9.042
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 19	535,4	543,6	8,2	16	30,00	23,1	9.042

Equipo	Modelo	Código	Horómetro Inicial	Horómetro Final	Horas Trabajadas	N.º De Viajes	Ciclo en Minutos	Velocidad Promedio k/h	Distancia en kilómetros
Volquete	VOLVO FMX 480	VO 20	9881,7	9890,3	8,6	17	30,10	23,4	9.042
Promedio						208	29,33	23,23	

Monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 26 mostramos un cuadro resumen de velocidad, ciclo promedios y producción de cada volquete después de aplicar la mejora.

Donde el ciclo promedio es de 29.33 minutos y la velocidad promedio es 23,37 k/h. en comparación a la tabla 13 el ciclo ha disminuido 4.43 minutos, la velocidad promedio ha aumentado 1.86 k/k.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo presentamos los resultados que obtuvimos de esta investigación que corresponden los tiempos, velocidad, y producción, Se logró identificar que la demora se produce en el tramo 03 de la ruta de acarreo y la causa que lo origina es el mal estado de la vía. Antes de aplicar la mejora.

Tabla 25

Calculando Velocidad Promedio en el Tramo 3 Antes de la Mejora.

Equipo	Velocidad k/h Ida (Cargado)	Velocidad k/h Retorno (Vacío)
VO 01	15,00	25,00
VO 02	14,00	24,00
VO 03	16,00	26,00
VO 05	14,00	24,00
VO 06	13,00	23,00
VO 07	15,00	25,00
VO 08	16,00	25,00
VO 11	16,00	25,00
VO 12	18,00	26,00
VO 18	16,00	25,00
VO 19	18,00	26,00
VO 20	18,00	26,00
Vel. Promedio	15,75	25,00

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 27 hallamos la velocidad promedio en el tramo 3 esto es 15.75 k/h de ida (cargado) y 25 k/h de retorno (vacío) antes de la mejora.

Tabla 26

Calculando Velocidad Promedio en el Tramo 3 Después de la Mejora.

Equipo	Velocidad K/H Ida (Cargado)	Velocidad K/H Retorno (Vacío)
VO 01	25,00	35,00
VO 02	24,00	35,00
VO 03	25,00	35,00
VO 05	24,00	35,00
VO 06	23,00	34,00
VO 07	25,00	35,00
VO 08	24,00	35,00
VO 11	23,00	34,00
VO 12	25,00	35,00
VO 18	24,00	34,00
VO 19	25,00	35,00
VO 20	25,00	35,00
Vel. Promedio	24,33	34,75

Fuente monitoreo en campo.

Nota. En la tabla 28 hallamos la velocidad promedio en el tramo 3 esto es 24.33 k/h de ida (cargado) y 34,75 k/h de retorno (vacío) después de la mejora.

Se logró aumentar la velocidad en el tramo 03 de 15,75 k/h a 24,33 k/h ida (cargado) y de 25 k/h a 34,74 k/h de retorno (vacío) con un total 8,58k/h y 9.75 k/h respectivamente.

Se estableció el ciclo de tiempo promedio antes de aplicar la mejora este es de 33,76 minutos tal como se muestra en la tabla 13.

Al aplicar el mejoramiento de vías en el tramo 03 se logró reducir el ciclo de acarreo de 33,76 minutos a 29,33 tal como se muestra en la tabla 13 y 26.

También se logró aumentar la productividad diaria de 180 viajes a 208 viajes por día esto se refleja en la tabla 13 y 26.

Después de haber realizado todo el proceso como resultado se obtuvo que al aplicar la propuesta de optimización del ciclo de carguío y acarreo podemos aumentar nuestra producción diaria.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

La hipótesis de evaluar el ciclo del carguío y acarreo del material por tramos, identificar el lugar donde se generan las demoras en el acarreo y cuál es la causa, daremos solución a los tiempos muertos, reducir el ciclo del carguío y acarreo y mejorar la productividad. Es aceptada, Ya que al realizar el monitoreo en campo de los 12 equipos de acarreo (volquetes), se pudo identificar la ruta de acarreo y esta fue dividido en 4 tramos para un mejor estudio, en la cual se identificó que la demora es en el tramo 03 esta demora fue causada por el mal estado de la vía, también se identificó en este tramo una velocidad máxima de 18 k/h, cargado y 26 k/h vacío con una velocidad promedio 15,75 k/h (cargado) y 25 k/h (vacío) es en este tramo donde presenta condiciones para aplicar una mejora en la velocidad tanto como ida (cargado) y de retorno (vacío) en cada volquete, con lo cual se obtendrá un mejor ciclo de acarreo; y, por ende, una mejor producción diaria. Todo esto se logrará con un mantenimiento de vías.

con la vía en óptimas condiciones se puede alcanzar una velocidad máxima de 26 k/h de ida (cargado) y 37 k/h retorno (vacío) este último dato se obtuvo en la entrevista realizado a los operadores de equipo de acarreo tal como se muestra en el anexo 06.

Se hizo un segundo monitoreo aplicando la propuesta de optimización de tiempos en el tramo 03, donde se pudo aumentar la velocidad de los volquetes en ida (cargado) de 15.75 k/h a un 24.33 k/h y de retorno (vacío) de 25 k/h a un 34.75 k/h, tomando los datos de velocidad antes y después de la aplicación de la mejora obtuvimos un aumento de 8.58 k/h cargado y 9.75k/h vacío. esta aplicación de mejora nos permitió también disminuir el ciclo de acarreo de 33,76 minutos a 29,33 minuto un total de 4.43 minutos, en lo que concierne a la producción antes de la mejora se obtuvo que por día se acarrea 180 viajes de material con los 12 volquetes en estudio, y después dela aplicación de la mejora se obtuvieron resultados satisfactorios con un total de 208 viajes con los 12 volquetes.

Al analizar todos los datos de campo se obtuvo la reducción de 4,43 minutos en el ciclo de acarreo, aumento de velocidad de 7.75 k/h de ida (cargado), 9.75 k/h retorno (vacío) y aumento en la producción con un total de 28 viajes.

La propuesta de minimización de los tiempos improductivos se definió como parámetro principal, la evaluación en la guardia de día (7 am – 7 pm), centrándose principalmente en los ejes deficientes de los KPI operativos, que ayudaron a determinar los puntos con alta frecuencia en las demoras tanto en carguío como en acarreo. (CALUA INFANTE , 2019)

Resume la tesis a la implementación de métodos de control alternativas de solución para la mejora de la productividad, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, ya que el acarreo y transporte son variables que influyen en forma prioritaria en la reducción de costos y aumento en la productividad ; concluye que conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costo unitario y/o máximo producción en la unidad de tiempo. (BADEÓN QUISPE , 2011)

Conclusiones

Se evaluó el ciclo de carguío y acarreo del pad car 14 a pad car 10 lif 09, se identificó que las demoras se generan en el tramo 03 debido al mal estado que presta la vía, esto hace que el ciclo de acarreo aumente minutos y la velocidad disminuya.

Así mismo para corregir los problemas de demora se implementó una propuesta de optimización de ciclo de acarreo esto se logró con un mantenimiento de vías en el tramo 03, con esta mejora el ciclo de acarreo disminuyo un total de 4.43 minutos.

Con la propuesta de optimización y el mantenimiento de vías en el tramo 03 se logró aumentar la velocidad en un total de 7.75 k/h de ida (cargado), 9.75 k/h retorno (vacío) en dicho tramo.

La optimización de ciclo de carguío y acarreo fue positivo y concluimos que logramos aumentar la producción diaria de 180 a 208 viajes diarios.

REFERENCIAS

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%29.+Disminuci%C3%B3n+de+tiempos+improductivos+para+incrementar+la+utilizaci%C3%B3n+de+los+equipos+de+cargu%C3%ADo+y+acarreo+en+la+mejora+continua+de+la+productividad+en+el+tajo+Chalarina+en+Minera+Sh (APAZA RISCO, 2017)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Gesti%C3%B3n+en+las+operaciones+de+transporte+y+acarreo+para+el+incremento+de+la+productividad+en+C%C3%ADa.+Minera+Condestable+SA.&btnG= (BADEÓN QUISPE , 2011)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Propuesta+de+minimizaci%C3%B3n+de+tiempos+improductivos+para+una+mayor+producci%C3%B3n+en+cargu%C3%ADo+y+acarreo+en+Cia.+Minera+Coimolache+SA.&btnG= (CALUA INFANTE , 2019)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Optimizaci%C3%B3n+de+la+producci%C3%B3n+en+cargu%C3%ADo+y+acarreo+mediante+la+utilizaci%C3%B3n+del+sistema+Jigsaw%E2%80%93Leica+en+minera+Toquepala+SRL.&btnG= (CHAVEZ & WINDERLI, 2016)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%29.+Determinaci%C3%B3n+de+los+KPI%C2%B4+s+de+la+flota+de+camiones+para+la+optimizaci%C3%B3n+del+acarreo+de+lastre+en+la+mina+Pierina+2017.&btnG= (CORDOVA TAHUADA, 2019)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%29.+Determinaci%C3%B3n+de+los+KPI%C2%B4+s+de+la+flota+de+camiones+para+la+optimizaci%C3%B3n+del+acarreo+de+lastre+en+la+mina+Pierina+2017.&btnG= (GAIMES SIVANA , 2019)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Optimizaci%C3%B3n+del+ciclo+de+cargu%C3%ADo+y+acarreo+del+tajo+al+PAD+de+lixiviaci%C3%B3n+para+evitar+tiempos+mueertos+y+reducir+costos+en+una+empresa+minera+de+la+mediana+miner%C3%ADa%2C+2019.&btnG= (JULCA LOPEZ, 2019)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Mejoramiento+de+cargu%C3%A1+y+acarreo+de+mineral+en+la+UEA+mina+Breadpampa-Cia+Minera+Buenaventura+SAA.&btnG= (LLALLAHUI ROJAS , 2016)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%EF%83%98%09Martos+Paredes%2C+J.+J.%2C+%26+Yopla+Quispe%2C+W.+%282018%29.+Influencia+del+tiempo+real+del+ciclo+de+carguio+y+acarreo+de+mineral+en+los+ingresos+desde+el+banco+3300+hasta+la+fase+4%2C+en (MARTOS PAREDES & YOPLA, 2018)}

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%29.+C%C3%A1lculo+de+la+productividad+m%C3%A1xima+por+hora+de+los+volquetes+en+el+transporte+minero+subterr%C3%A1neo+en+la+Unidad+Minera+Arcata+2016.&btnG= (RIVEROS MENDOZA , 2017)

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Propuesta+de+mejora+del+sistema+de+cargu%C3%A1+y+acarreo+para+reducir+los+costos+del+%C3%A1rea+de+operaciones+de+una+unidad+minera+%28Tesis+parcial%29.&btnG= (VILLALOVOS LESCANA , 2015)

ANEXOS

ANEXO n°. 1

Ficha de datos de tiempo por tramos

EQUIPO CARGADO (IDA)							EQUIPO VACIO (VUELTA)						
ITEM	CODIGO	tiempo de carguío	tiempo tramo 01	tiempo tramo 02	tiempo tramo 03	tiempo tramo 04	Maniobra en descarga	tiempo de descarga	tiempo tramo 04	tiempo tramo 03	tiempo tramo 02	tiempo tramo 01	Maniobra en carguío
1	VO 01												
2	VO 02												
3	VO 03												
4	VO 05												
5	VO 06												
6	VO 07												
7	VO 08												
8	VO 11												
9	VO 12												
10	VO 18												
11	VO 19												
12	VO 20												

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO n°. 2

Ficha resumen de datos de campo por equipo.

VO-01			
	TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS	VELOCIDAD EN K/H
MANIOBRA C.			
CARGUIO			
TR.01			
TR.02			
TR.03			
TR.04			
MANIOBRA D.			
DESCARGA			
TR.04			
TR.03			
TR.02			
TR.01			
CICLO			

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO n°. 3.

Ficha de análisis tiempo- velocidad Tramo N° 03

ITEM	CODIGO	tiempo en minutos	distancia en metros	velocidad Km/ h
1	VO 01			
2	VO 02			
3	VO 03			
4	VO 05			
5	VO 06			
6	VO 07			
7	VO 08			
8	VO 11			
9	VO 12			
10	VO 18			
11	VO 19			
12	VO 20			

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO n°. 4.

Ficha de análisis de producción de volquetes

CUADRO PRODUCCIÓN DE VOLQUETES									
EQUIPO	MODELO	CODIGO	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS TRABAJADAS	Nº DE VIAJES	CICLO EN MINUTOS	VELOCIDAD PROMEDIO K/H	DISTANCIA EN KILOMETROS
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 01							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 02							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 03							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 05							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 06							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 07							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 08							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 11							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 12							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 18							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 19							
VOLQUETE	VOLVO FMX 480	VO 20							
PROMEDIO						0	0,00	0,00	

Fuente: Recolección de información de producción.

ANEXO n°. 5.

Instrumento de medición de tiempos. (Cronometro)



Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO n°. 6.

Entrevista a operadores.



Fuente: Recolección de información de velocidad en campo.

ANEXO n°.7.

Operadores cuentan con radio



ANEXO n°.8.

Comunicación con operadores.





Toma de velocidad por tramos mediante comunicación radial.

ANEXO n°.9.

Mal Estado de la Vías en el Tramo 03



Fuente: Recolección de información campo, estado de vías en campo.

ANEXO n°.10.

Mantenimiento de la vía en el tramo 03.



Fuente: monitoreo en campo mantenimiento de vía tramo 3.

ANEXO n°.11.

Estado de la vía después del mantenimiento.

