



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO Y ACARREO DEL TAJO AL PAD DE LIXIVIACIÓN PARA EVITAR TIEMPOS MUERTOS Y REDUCIR COSTOS EN UNA EMPRESA MINERA DE LA MEDIANA MINERÍA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera de Minas

Autor:

Bach. Julca Lopez, Dalila

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Por su apoyo incondicional durante toda mi formación profesional, personal y moral, ya que gracias a los principios y valores que me inculcaron he podido salir adelante. A mi hermana por estar siempre conmigo y ser mi cómplice en cada proyecto de vida y a mis dos sobrinas por ser el motor que me impulsa a seguir adelante cada día.

Dalila Julca Lopez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado la vida y salud para poder hacer realidad uno de mis proyectos de vida más importantes, y haber concluido con la elaboración y sustentación de la tesis. A mi familia por su constante apoyo incondicional que me ayudo a superar las adversidades que se presentaron en el camino de mi formación profesional.

A la Universidad Privada del Norte y todos los docentes que me impartieron sus conocimientos en beneficio de mi formación.

Al Ingeniero Víctor Eduardo Álvarez León, por su apoyo, tiempo y paciencia brindado durante la asesoría para poder culminar la tesis de manera satisfactoria.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Hipótesis.....	14
1.4.1. Hipótesis general.....	14
1.4.2. Hipótesis específicas	14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	15
2.3.1. Recolección de datos:.....	16
2.3.2. Análisis de datos:	18
2.4.1. Gabinete:	18
2.4.2. Toma de datos en campo:.....	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	29
3.1. Resultado de Tiempos:	29
3.2. Resultados del Costo:	81
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	85
REFERENCIAS	88
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8: Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Sin Demora	29
Tabla 9: Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Con Demora.....	30
Tabla 10: Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Sin demora	31
Tabla 11: Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Con demora.....	32
Tabla 12: Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Sin demora	33
Tabla 13: Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Con demora.....	33
Tabla 14: Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Sin demora	34
Tabla 15: Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Con demora.....	35
Tabla 16: Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Sin demora	36
Tabla 17: Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Con demora.....	36
Tabla 18: Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Sin demora	37
Tabla 19: Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Con demora.....	38
Tabla 20: Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Sin demora	39
Tabla 21: Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Con demora.....	40
Tabla 22: Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Sin demora	41
Tabla 23: Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Con demora.....	42
Tabla 24: Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Sin demora	43
Tabla 25: Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Con demora.....	44
Tabla 26: Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Sin demora	45
Tabla 27: Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Con demora.....	46
Tabla 28: Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Sin demora	47
Tabla 29 : Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Con demora.....	48
Tabla 30: Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Sin demora	49

Tabla 31: Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Con demora.....	50
Tabla 32: Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Sin demora	51
Tabla 33: Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Con demora.....	52
Tabla 34: Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Sin demora	53
Tabla 35: Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Con demora.....	54
Tabla 36: Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Sin demora	55
Tabla 37: Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Con demora.....	56
Tabla 38: Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Sin demora	57
Tabla 39: Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Con demora.....	58
Tabla 40: Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Sin demora	59
Tabla 41: Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Con demora.....	60
Tabla 42: Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Sin demora	61
Tabla 43: Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Con demora.....	62
Tabla 44: Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Sin demora	63
Tabla 45: Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Con demora.....	64
Tabla 46: Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Sin demora	65
Tabla 47: Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Con demora.....	66
Tabla 48: Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Sin demora	67
Tabla 49: Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Con demora.....	68
Tabla 50: Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Sin demora	69
Tabla 51: Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Con demora.....	70
Tabla 52: Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Sin demora	71
Tabla 53: Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Con demora.....	72
Tabla 54: Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Sin demora	73
Tabla 55: Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Con demora.....	74

Tabla 56: Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Sin demora	75
Tabla 57: Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Con demora.....	76
Tabla 58: Análisis del tiempo/velocidad promedio Con demora	77
Tabla 59: Análisis del tiempo/velocidad promedio Con demora	78
Tabla 60: Análisis del tiempo/velocidad promedio Sin demora.....	79
Tabla 61: Análisis del tiempo/velocidad promedio Sin demora.....	80
Tabla 62: Costo alquiler 12 volquetes/Día – Sin demoras	82
Tabla 63: Costo alquiler 12 volquetes/Día – Con demoras	82
Tabla 64: Costo alquiler 12 volquetes/Noche – Sin demoras.....	83
Tabla 65: Costo alquiler 12 volquetes/Noche – Con demoras	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Mapa de la ruta de carguío del mineral del Tajo al Pad de Lixiviación.....	20
Ilustración 2: Mapa del Tajo al Pad de Lixiviación dividido en tramos.....	21
Ilustración 3: Mapa del tramo N° 01..	22
Ilustración 4: Mapa del tramo N° 02..	22
Ilustración 5: Mapa del tramo N° 03..	23
Ilustración 6: Mapa del tramo N° 04..	23
Ilustración 7: Mapa del tramo N° 05..	24
Ilustración 8: Mapa del tramo N° 06..	25
Ilustración 9: Mapa del tramo N° 07..	25
Ilustración 10: Proceso toma de datos de los tiempos.....	26
Ilustración 12: Velocidad en el Haul Road vs Ciclo de acarreo	78
Ilustración 13: Velocidad en el Haul Road vs Ciclo de acarreo	81

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal optimizar el ciclo de carguío y acarreo del tajo al Pad de lixiviación, para identificar los tiempos muertos y con ello reducir los costos de esta etapa. En la investigación se dividió el acceso minero en 7 tramos para poder evaluar los tiempos de manera más analítica: el tramo N°01 comprendido entre el punto de carguío hasta el cruce con la vía nacional, el tramo N°02 entre el cruce de la vía nacional y la cima del acceso minero, el tramo N°03 entre la progresiva 0+550 (cima del acceso minero) hasta la progresiva 1+200, el tramo N°04 entre está comprendido entre la progresiva 1+200 hasta la progresiva 2+000 aproximadamente(junto al ingreso del parqueo de AJANI) este tramo es el Haul Road en el cuál se puede y debe ganar velocidad para tener un menor ciclo de acarreo, el tramo N°05 está comprendido entre la progresiva 2+000 hasta la progresiva 2+200 aproximadamente, el tramo N°06 comprendido entre la progresiva 2+200 hasta la progresiva 2+909.4 aproximadamente y el tramo N°07 está comprendido entre el ingreso al Pad (progresiva 2+909.4) y el punto de descarga de mineral, este último ubicado en el Lift 8 del Pad de Lixiviación.

Se evaluaron los tiempos y velocidades en cada tramo, con lo cual se concluyó que los periodos de demora eran mínimos y no afectaban al ciclo de carguío y acarreo, sin embargo, se pudo notar que en el tramo N°04 se podía aplicar una mejora en la velocidad (aumento de 2km/h) correspondiente al retorno de los volquetes; al ejecutar esta propuesta se realizó una nueva medición obteniendo resultados satisfactorios que lograron reducir los costos en un total de 1,173.39 dólares, siendo \$965.71 en el turno día y \$207.68 en el turno noche; haciendo un estimado de una reducción mensual de \$7,040.34.

Palabras clave: Tiempo de ciclo, Optimización de ciclo, carguío y acarreo, volquetes, reducción de costos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente en el Perú, existen un sinnúmero de minas a tajo abierto que se clasifican según su extensión y producción. En el caso de la mediana y gran minería hay un factor muy importante que influye en los índices de crecimiento económico de las mismas, donde los ciclos de carguío y acarreo juegan un papel muy importante, ya que de ellos depende el avance de la producción. Por lo cual 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.

En el caso de esta investigación, la empresa minera solo cuenta con un sistema de control con horometro para los equipos de carguío y acarreo, los cuales han sido adquiridos mediante contrato de alquiler incluyendo operador y combustible. En el primer trimestre del periodo 2019 se observaron algunas variaciones considerables en el resultado de la productividad final incluyendo los costos que se generaban, además de problemas en el ciclo de carguío y acarreo.

Según Riveros (2016), los factores que afectan a la productividad en el transporte y acarreo se debe considerar que la eficiencia y el costo operativo se verán afectados por dos tipos de factores: positivos y negativos.

Dentro de los factores positivos tenemos: personal altamente capacitado, mantenimiento adecuado de los equipos, control detallado de la eficiencia de equipos,

etc. En los factores negativos se considera: estado de las vías, falta de recurso humano, problemas de tránsito, administración y logística ineficiente, entre otras.

Las mejoras en los sistemas de carguío y acarreo mediante diversos factores, permiten la reducción en los costos, Villalobos (2015) 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.

La mayoría de proyectos mineros cuentan con sistemas de control de tiempos, en la investigación de Martos & Yopla (2018) nos indica que en el Proyecto minero El Toro, actualmente sólo se cuenta con un proceso de control de horómetro de los equipos, el cual consiste en un pequeño formato que es llenado por controladores o personal de piso, tomando como indicadores el horómetro Inicial y horómetro final de cada uno de los equipos que se encuentran asignados al área de trabajo; el cual no tiene en cuenta aspectos para controlar horas efectivas u horas reales trabajadas, contabilizando todo como un global sin tener en cuenta horas de paradas o tiempos muertos o tiempos no operativos como: tiempo de calentamiento del motor del equipo, tiempo de traslado de los equipos cuando se reubican de punto de carguío o punto de trabajo, tiempo de abastecimiento de combustible, tiempo por fallas mecánicas, tiempo por engrase, tiempo por lubricación, tiempo de paradas por temas climáticos, etc. con el proceso de control de horómetros, en donde se toma un dato de horómetro inicial y un dato de horómetro final por guardia, nos da como resultado 11 horas efectivas de trabajo; las cuales son erróneas, ya que no toman en cuenta paradas o fallas mecánicas de los

equipos o tiempos muertos. En esta investigación se concluye que, los tiempos muertos se producen principalmente en el lapso de la voladura, que abarca 1.5 horas. Asimismo, se producen paradas por el mal estado de las vías, por el poco avance de cargado de mineral y por dificultades mecánicas de los volquetes.

Los tiempos muertos o el mal manejo de los equipos de carguío, pueden ser perjudiciales para el proceso, productividad y por ende demandan un mayor costo. Según Baldeón (2011) 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; 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.

La revista chilena Yo Minería, define al tiempo de ciclo como “El tiempo que el equipo de carguío demora en ir al lugar de extracción de mineral o estéril y transportarlo al sitio de descarga incluye además el tiempo ocupado en maniobras realizadas en esta operación. El tiempo de ciclo está compuesto por los tiempos fijos y los tiempos variables. Los primeros dependen de las condiciones bajo las cuales opera el equipo. Los tiempos variables además de depender de las condiciones de trabajo, varían según la longitud de los tramos a recorrer y la velocidad que en éstos se desarrolle”

Llallahui (2016) 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” 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.

Según Ragas (2012), en su informe presentado resume los trabajos realizados en el proyecto de reducción de costos realizado en Compañía Minera Poderosa S.A., este proyecto denominado Cortada Aurora, consiste en la ejecución de un conjunto de labores mineras con el propósito de minimizar las distancias de acarreo y transporte, para la reducción de costos.

De acuerdo con la información presentada anteriormente se puede deducir que, teniendo una buena gestión de tiempo, eliminando las demoras para que no perjudiquen el ciclo de carguío y acarreo y aplicando propuestas de mejora para la optimización del proceso ayudara a reducir los costos considerablemente y sobre todo mejorara la productividad de la mina.

1.2. Formulación del problema

¿Se podrá optimizar el ciclo de carguío y acarreo desde el tajo al Pad de lixiviación para evitar tiempos muertos y reducir costos en una empresa minera de la mediana minería, 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Optimizar el ciclo de carguío y acarreo del tajo al Pad de lixiviación para evitar tiempos muertos y reducir costos en una empresa minera de la mediana minería.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las causas de demora durante el ciclo de carguío y acarreo del Tajo al Pad de lixiviación.
- Establecer un periodo de tiempo promedio para el ciclo de carguío y acarreo con y sin demoras.
- Realizar una propuesta de mejora en la velocidad que permita reducir el tiempo del ciclo de carguío y acarreo del Tajo al Pad de lixiviación.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al evaluar los tiempos del ciclo de carguío y acarreo del tajo al Pad de lixiviación divididos en 7 tramos, se identificará los errores de demora dando soluciones a los tiempos muertos, mejorando los tiempos del ciclo carguío-acarreo, obteniendo una reducción considerable en los costos del proceso.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Si se identifican las causas de demora en el ciclo de carguío y acarreo, se podrá implementar medidas para su eliminación y mejorar los tiempos.
- Mediante las pruebas de campo y las mediciones correspondientes se logrará calcular el tiempo promedio del ciclo de carguío y acarreo sin demoras.
- Si se implementa la propuesta de aumento de velocidad para la reducción de tiempos en el ciclo de carguío y acarreo del Tajo al Pad, se reducirá costos a la empresa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El presente proyecto corresponde a una investigación Experimental - Aplicada con diseño cuasi experimental, el cual busca identificar las causas principales que alargan el ciclo de carguío y acarreo, mediante una medición inicial en campo para luego proponer medidas que reduzcan el tiempo del ciclo, con una segunda medición se comparara el antes y el después con respecto al tiempo y velocidad. Con los resultados obtenidos se verá la influencia en los costos que demanda el proceso de carguío y acarreo.

Vargas (2009), nos indica que el tipo de investigación Aplicada es una forma de conocer las realidades con una prueba científica; requiere obligatoriamente de un marco teórico, sobre el cual se basará para generar una solución al problema específico que se quiera resolver.

Zoila Rosa Vargas Cordero (2009), 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.

Según Palella y Martins, (2012) “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” (p.86). 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 y costos (después).
(p.89)

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

➤ **Población:**

La población son los 20 volquetes Mercedes Benz Actros 3344 de 22 M3 de capacidad, los cuales participan en el ciclo de carguío y acarreo.

➤ **Muestra:**

La muestra que se tomara en cuenta en la siguiente investigación son 12 volquetes con las siguientes series: CH-01, CH-08, CH-19, CH-04, CH-05, CH-18, CH-21, CH-23, CH-15, CH-24, CH-14, CH-16. Que fueron seleccionados porque estuvieron operativos en turno mañana y turno noche durante los 5 días del mes de mayo del 2019 que se realizaron las mediciones.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Recolección de datos:

Se realizó la observación de los camiones durante el ciclo de carguío y acarreo en donde se pudo notar ciertas demoras y gran variabilidad de tiempos y velocidades tanto de ida como de retorno. Por lo cual se inició el proceso de toma de datos con ayuda de un horómetro que permitía medir la velocidad y los tiempos de cada volquete. Además, se tuvieron que realizar las mediciones en turno “DIA” y turno “NOCHE” en los 12 volquetes que se tomaron como nuestra muestra.

Los instrumentos de recolección de datos fueron los siguientes:

- Ficha de datos de tiempos promedio – Horometro/Turno Día (Anexo N° 01)
- Ficha de datos de tiempos promedio – Horometro/Turno Noche (Anexo N° 02)

Los anexos N° 01 y 02 muestran el instrumento consistente que permitirá plasmar los datos obtenidos por el horometro correspondiente a la medición de los tiempos que se realizó a los 12 volquetes durante los días de monitoreo del 12 al 16 de mayo.

En el anexo N° 03 se muestra el instrumento de toma de datos de forma resumida correspondiente a los 5 días de monitoreo, esta tabla se utilizó para cada uno de los volquetes que se eligieron como muestra. Además de que se utilizó para medir el ciclo con demoras y sin demoras de turno “Día” y “Noche”.

Las tablas de los anexos N° 04 y 05 muestra el instrumento en el cual se analizó el tiempo del ciclo de carguío y carreo tomando en cuenta los datos de tramo N° 04 ya que es en este dónde se aplicó la propuesta de mejora, y en el cual se plasmaron los datos del tiempo con demora y sin demora.

En las tablas de los anexos N° 06 y 07 podemos observar los instrumentos concisos que se utilizaron para analizar el costo por ciclo del proceso de carguío y acarreo, con los tiempos tomados en campo (demoras y sin demoras) y realizando la aplicación de la propuesta de optimización de tiempos en el tramo N° 04 en el retorno de volquetes, únicamente en el turno “Día”.

2.3.2 Análisis de datos:

Los datos que se obtuvieron durante la toma de datos en campo se tabularon en los formatos digitales en Excel de las herramientas utilizadas, esto con la finalidad de plasmar los datos en gráficos que permitieron analizar de forma más concisa los tiempos y velocidades de cada equipo así mismo su variabilidad con respecto a las demoras. Además, al aplicar la propuesta de mejora en el tramo N° 04 se realizó una comparación de forma gráfica en relación a los datos obtenidos en un principio.

Para poder aplicar la propuesta planteada anteriormente, se realizó un análisis utilizando las medidas de tendencia central: promedio aritmético, desviación estándar y el coeficiente de variación que fueron calculados mediante las fórmulas de Excel.

Al ejecutar los cálculos mencionados anteriormente se pudo notar que, al ser el coeficiente de variación menor en el retorno, en comparación cuando el volquete está cargado, se deduce que en el retorno los volquetes vienen a una velocidad más constante.

2.4. Procedimiento

El tipo de investigación que se utilizó en este trabajo es experimental, por lo cual se realizaron mediciones de un antes y después, viendo la relación de Causa-Efecto. De esta manera se podrá determinar si al aplicar una propuesta de optimización de tiempos nuestra variable costos se ve afectada de manera satisfactoria.

2.4.1. Gabinete:

Inicialmente se procede a la revisión de antecedentes, estudios previos, realizados respecto al tema, en los diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales de varias

universidades. Se seleccionó la información que tenía información destacada con respecto al tema de carguío y acarreo en mina, costos y demoras que influyen en los ciclos.

Antes de realizar trabajos de campo se realizó la recolección de información correspondiente a los tiempos de carguío de los volquetes, junto con los cálculos y materiales que se necesitan para poder tener datos exactos. Así mismo se tuvo que dividir la ruta que comprende desde el tajo al Pad de lixiviación. Se determinó los 5 días de monitoreo siendo del 12 de mayo al 16 de mayo del 2019.

Se solicitó al área técnica de mina los mapas correspondientes a la ruta del Tajo al Pad de lixiviación.



Ilustración 1: Proceso de carguío en el tajo. Fuente: Área técnica de mina.

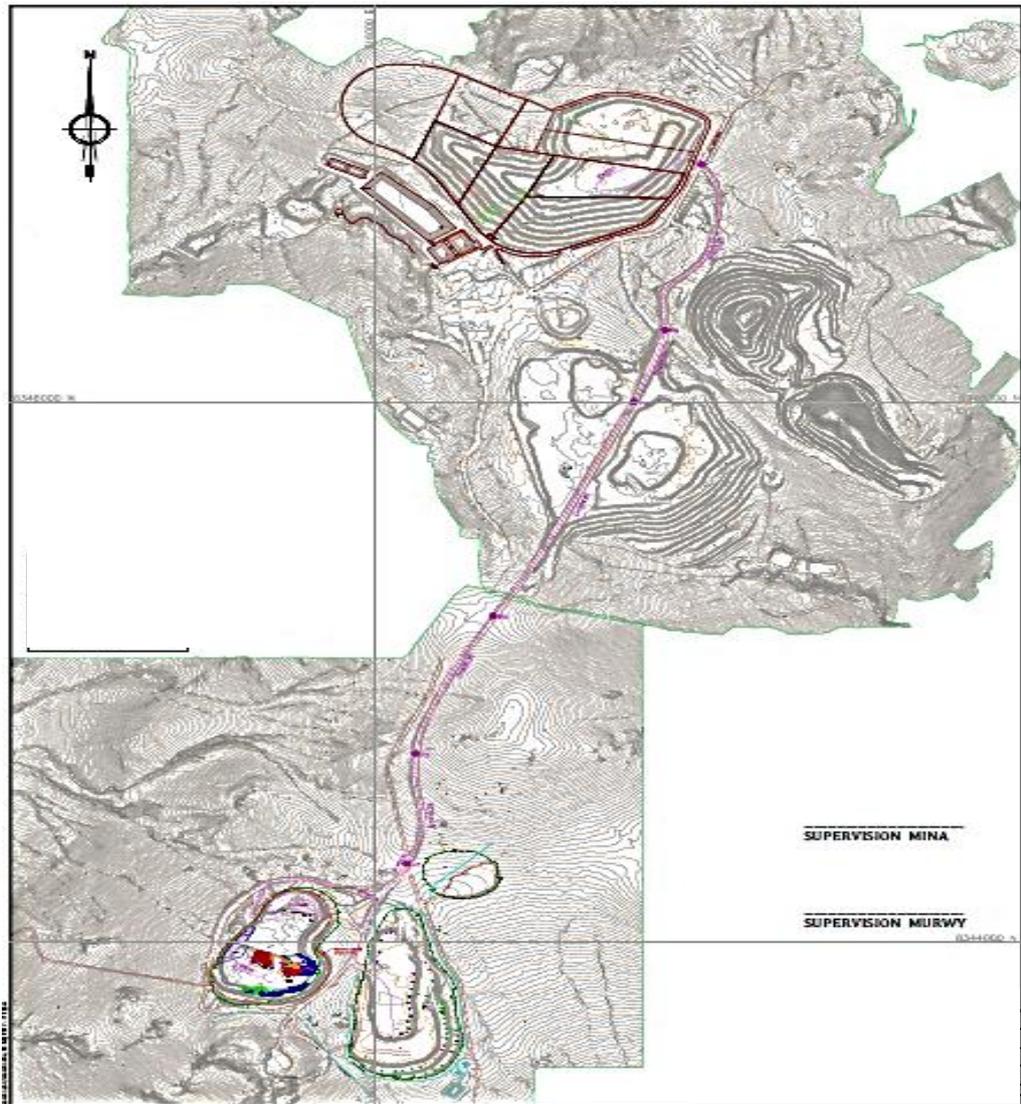


Ilustración 2: Mapa de la ruta de carguío del mineral del Tajo al Pad de Lixiviación. Fuente: Área técnica de mina.

El mapa proporcionado por el área técnica de mina que comprende el acarreo del mineral se dividió en 7 tramos para poder obtener datos más precisos y definir el tramo en el cual se pueda aplicar una propuesta de mejora, el objetivo es hallar la velocidad media a la cual se desplaza el volquete en cada una de estos.

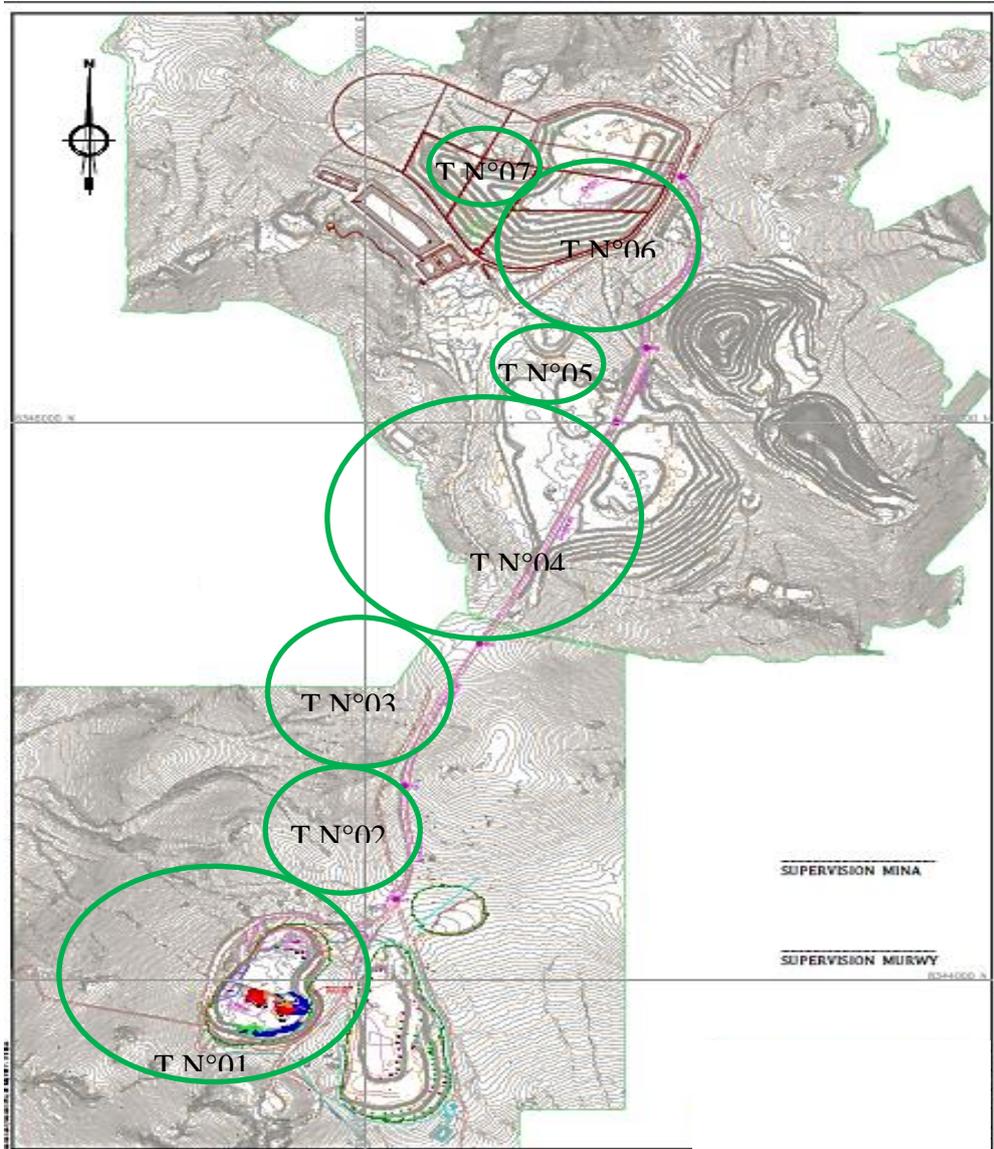


Ilustración 3: Mapa del Tajo al Pad de Lixiviación dividido en tramos.

Fuente: Área técnica de mina.

Cada círculo encierra un tramo de la vía, además de las velocidades, se podrá identificarán las demoras presentes durante el ciclo de acarreo tanto en la ruta como en los puntos de carguío y descarga.

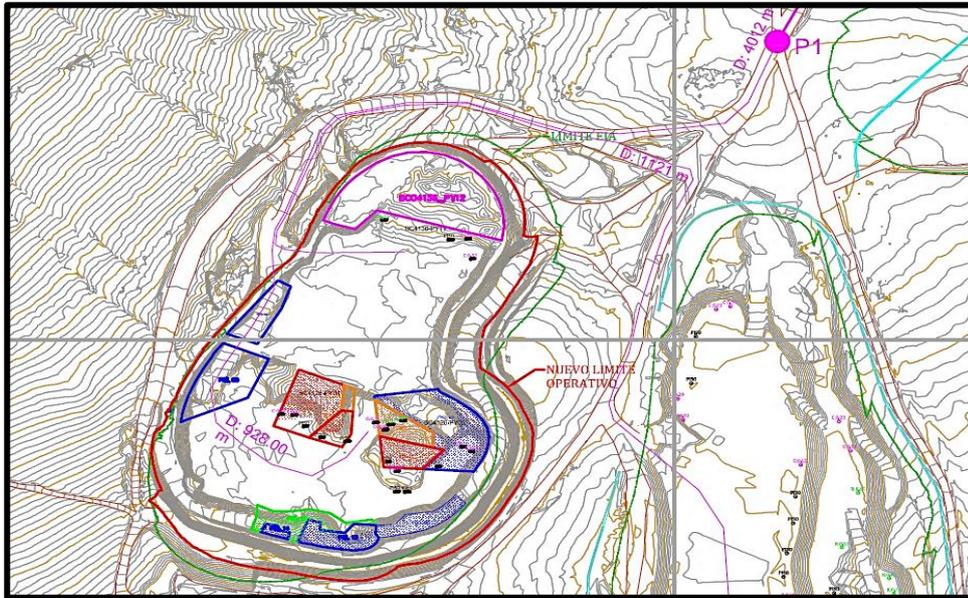


Ilustración 4: Mapa del tramo N° 01. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 01 está comprendido entre el punto de carguío y el cruce con la Vía Nacional aproximadamente a la altura de la progresiva 0+100 del acceso minero.

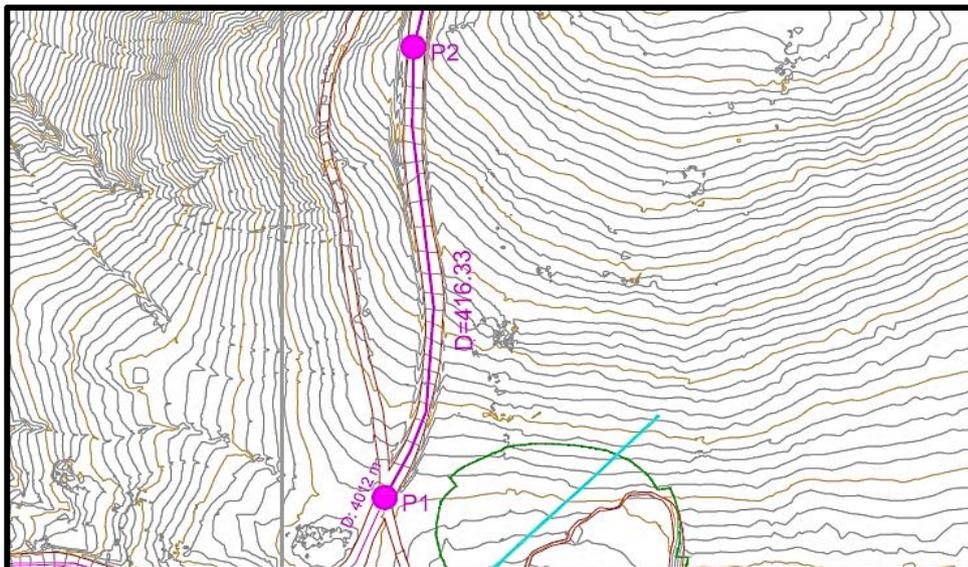


Ilustración 5: Mapa del tramo N° 02. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 02 está comprendido entre el cruce con la Vía Nacional y la cima del acceso minero, aproximadamente a la altura de la progresiva 0+100 y 0+550 del acceso minero, respectivamente.

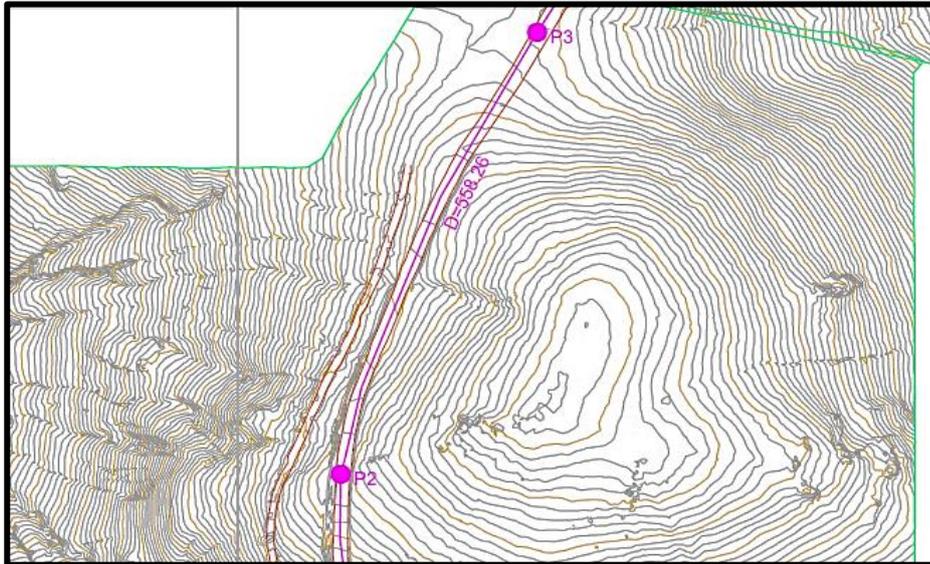


Ilustración 6: Mapa del tramo N° 03. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 03 está comprendido entre la progresiva 0+550 (la cima de acceso minero) hasta la progresiva 1+200 aproximadamente.

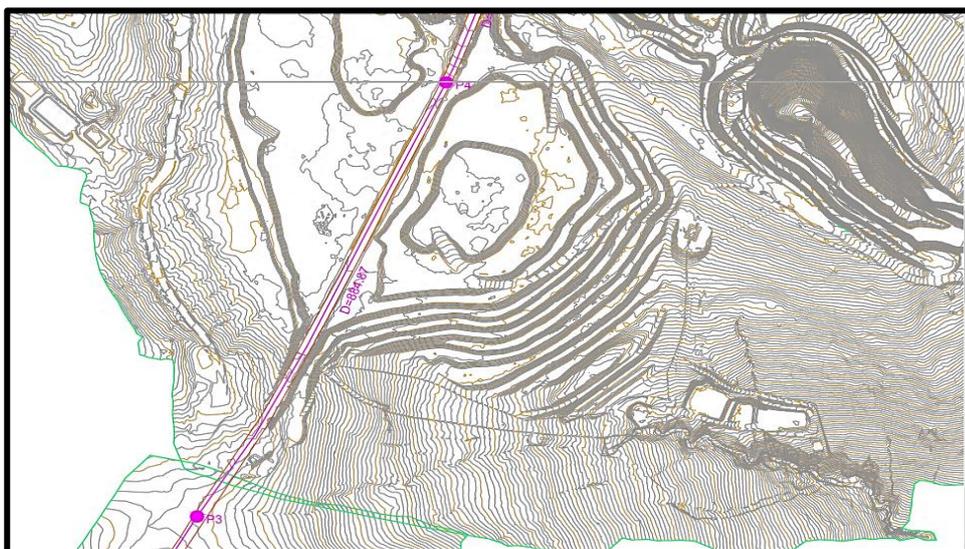


Ilustración 7: Mapa del tramo N° 04. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 04 está comprendido entre la progresiva 1+200 hasta la progresiva 2+000 aproximadamente (junto al ingreso del parqueo de AJANI).

Este tramo es el Haul Road, en el cuál se puede y debe ganar velocidad para tener un menor ciclo de acarreo; y, por ende, un mayor rendimiento. Todo esto debido a que es una zona plana (+0.034%) en la cual se pueden alcanzar velocidades de 50 Km/h.



Ilustración 8: Mapa del tramo N° 05. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 05 está comprendido entre la progresiva 2+000 hasta la progresiva 2+200 aproximadamente. Este tramo, siendo adyacente al Haul Road, sólo ha sido dividido debido a una rampa con pendiente de 1.12%.

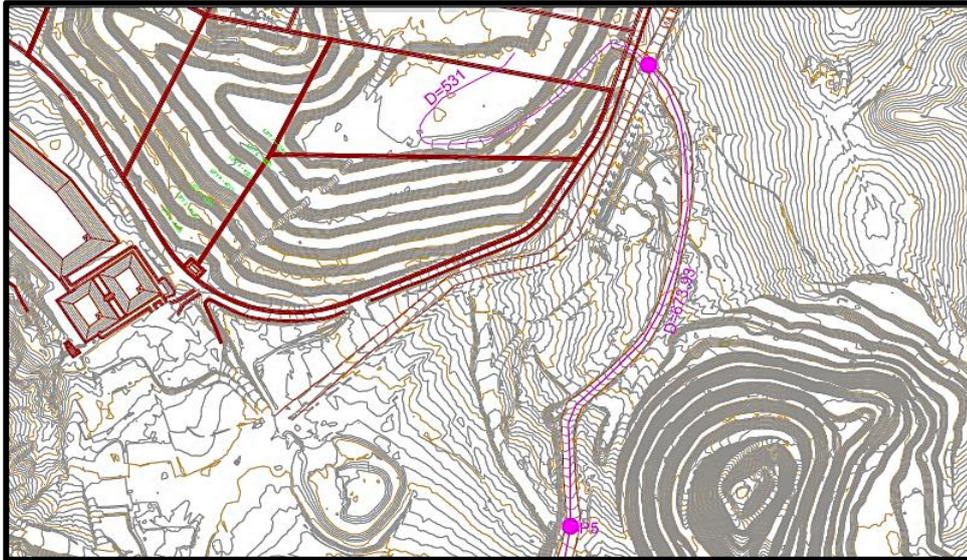


Ilustración 9: Mapa del tramo N° 06. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 06 está comprendido entre la progresiva 2+200 hasta la progresiva 2+909.4 aproximadamente. El punto de referencia inicial es el ingreso al Tajo y el punto final es el ingreso al Pad de Lixiviación que coincide con un cruce con la Vía Nacional.

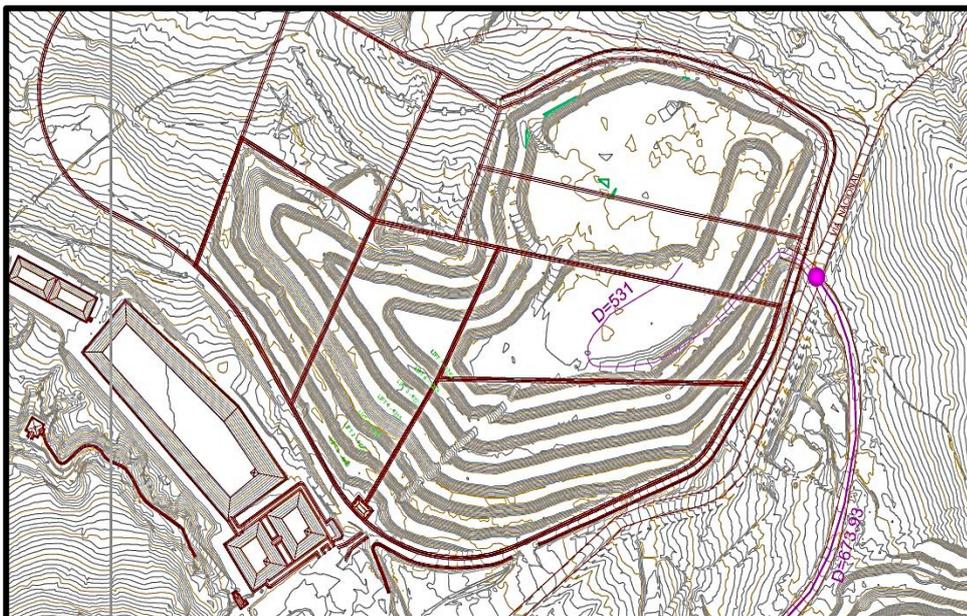


Ilustración 10: Mapa del tramo N° 07. Fuente: Área técnica de mina.

El tramo N° 07 está comprendido entre el ingreso al Pad (progresiva 2+909.4) y el punto de descarga de mineral, este último ubicado en el Lift 8 del Pad de Lixiviación.

Se definió el proceso de toma de datos para los tiempos correspondiente a las maniobras de los volquetes.

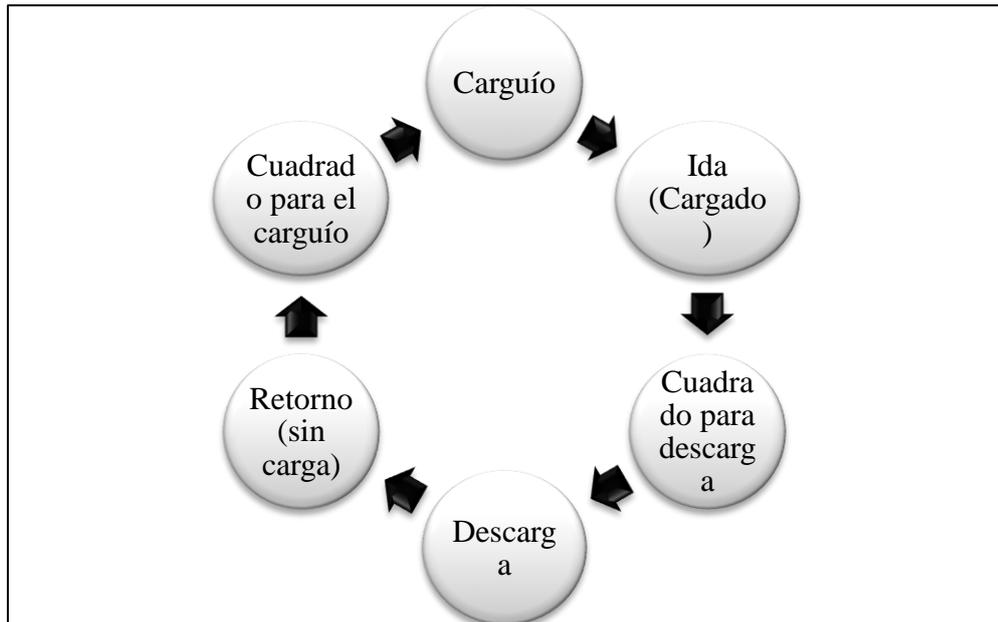


Ilustración 11: Proceso toma de datos de los tiempos. Fuente: Elaboración propia.

Luego de identificar la ruta del carguío y acarreo, se procedió a la toma de datos en campo para lo cual se utilizó los modelos de formatos que se detallan en los Anexos N° 01, 02, 03.

2.4.2. Toma de datos en campo:

Se realizó el reconocimiento de los 20 equipos de carguío y acarreo, así mismo los 7 tramos del tajo al Pad de Lixiviación. En el trabajo de campo se procedió a la toma de datos de los siguientes puntos:

- Condiciones operativas reales para el transporte del mineral (características técnicas como rampas, cortadas, secciones y distancias en el tajo).
- Ciclo total de acarreo y transporte (componentes del ciclo total de acarreo, análisis de tiempos de carguío), análisis del tiempo total por ciclo de carguío y acarreo del Tajo al Pad de lixiviación.
- Desempeño y variación de la velocidad empleada por los volquetes durante el ciclo.
- Cálculo del tiempo promedio de acarreo por cada tramo correspondiente a cada uno de los equipos monitoreados.
- Determinación del ciclo total de acarreo y transporte con demoras y sin demoras, aplicando la mejora en el tramo N° 04. Los factores de demora que se consideraron son los siguientes:
 - Cola de volquetes
 - Vía reducida.
 - Cruce de animales.
 - Falta de atención del operador.
 - Falta de habilidad del operador (mal cuadrado).
 - Verificación del equipo.
 - Excavadora.
 - Mantenimiento de vía.
 - Necesidad fisiológica.

- Almuerzo.
 - Co-piloto.
- Cálculo del costo por alquiler de los volquetes Mercedes Benz Actros, en relación al tiempo del ciclo de carguío y acarreo con demoras y sin demoras, comprobando así la reducción de costos al aplicar la propuesta de optimización de tiempos en el tramo N° 04.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos de este trabajo de investigación, el cual se compone de 2 ítems, el tiempo y el costo.

3.1. Resultado de Tiempos:

A continuación, se muestra los resultados del tiempo y velocidad promedio tomados en el turno “Noche”, según el proceso que muestra la *ilustración 10*.

Tabla 1:

Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Sin Demora

12 de Mayo				
CH-01	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.66			
Carguío	1.28			
T1	4.48	767.13	10.27	
T2	1.49	416.33	16.72	5.37%
T3	1.09	558.26	30.84	-1.12%
T4	1.66	884.87	32.02	0.30%
T5	0.58	281.50	29.37	2.41%
T6	2.87	673.93	14.11	4.87%
T7	2.91	674.26	13.88	
Maniobra D	0.59			
Descarga	1.47			
T7	2.28	674.26	17.74	
T6	1.34	673.93	30.20	-4.87%
T5	0.63	281.50	26.79	-2.41%
T4	1.14	884.87	46.73	-0.30%
T3	0.73	558.26	46.20	1.12%
T2	0.65	416.33	38.43	-5.37%
T1	1.77	767.13	26.05	
Ciclo	27.60	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 2:

Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Con Demora

12 de Mayo				
CH-01	<i>Tiempo Min</i>	<i>Distancia m</i>	<i>Velocidad Km/h</i>	<i>Pendiente %</i>
Maniobra C	0.96			
Carguío	1.28			
T1	4.48	767.13	10.27	
T2	1.49	416.33	16.72	5.37%
T3	1.09	558.26	30.84	-1.12%
T4	1.66	884.87	32.02	0.30%
T5	0.58	281.50	29.37	2.41%
T6	2.87	673.93	14.11	4.87%
T7	2.91	674.26	13.88	
Maniobra D	0.59			
Descarga	1.54			
T7	2.28	674.26	17.74	
T6	1.34	673.93	30.20	-4.87%
T5	0.63	281.50	26.79	-2.41%
T4	1.14	884.87	46.73	-0.30%
T3	0.73	558.26	46.20	1.12%
T2	0.65	416.33	38.43	-5.37%
T1	1.98	767.13	23.24	
Ciclo	28.19	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 8 y 9 se observa los resultados de monitoreo de campo correspondientes al volquete CH-01, en la tabla 8 se presenta los datos sin demora y en la 9 con demora. Al realizar una comparación entre ambas del tiempo total de ciclo se tiene una diferencia de 0.59 segundos (ciclo de la Tabla 9 -ciclo de la Tabla 8).

Demora: 27 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 32 segundos a distracciones del operador.

Al ser una cantidad mínima, servirá como dato referencial para el análisis de los datos tomados a los otros equipos.

Tabla 3:

Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Sin demora

12 de Mayo				
CH-08	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.11			
Carguío	1.70			
T1	4.34	767.13	10.61	
T2	1.48	416.33	16.84	5.37%
T3	1.21	558.26	27.66	-1.12%
T4	1.48	884.87	35.79	0.30%
T5	0.50	281.50	33.59	2.41%
T6	2.95	673.93	13.72	4.87%
T7	3.46	674.26	11.69	
Maniobra D	0.56			
Descarga	1.11			
T7	2.89	674.26	13.98	
T6	1.39	673.93	29.06	-4.87%
T5	0.47	281.50	35.77	-2.41%
T4	1.10	884.87	48.39	-0.30%
T3	0.87	558.26	38.28	1.12%
T2	0.71	416.33	34.99	-5.37%
T1	2.31	767.13	19.96	
Ciclo	29.64	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 4:

Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Con demora

12 de Mayo				
CH-08	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.71			
Carguío	1.70			
T1	4.34	767.13	10.61	
T2	1.48	416.33	16.84	5.37%
T3	1.21	558.26	27.66	-1.12%
T4	1.48	884.87	35.79	0.30%
T5	0.50	281.50	33.59	2.41%
T6	2.95	673.93	13.72	4.87%
T7	3.46	674.26	11.69	
Maniobra D	0.56			
Descarga	1.11			
T7	2.89	674.26	13.98	
T6	1.39	673.93	29.06	-4.87%
T5	0.47	281.50	35.77	-2.41%
T4	1.10	884.87	48.39	-0.30%
T3	0.87	558.26	38.28	1.12%
T2	0.71	416.33	34.99	-5.37%
T1	2.31	767.13	19.96	
Ciclo	30.25	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 10 y 11 se muestran los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-08 sin y con demora, al realizar la comparación se puede observar una diferencia de 60 segundos equivalentes a 1 minuto en el ciclo total (ciclo de la Tabla 11 - ciclo de la Tabla 10).

Demora: 28 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 22 segundos a distracciones del operador.

Tabla 5:

Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Sin demora

12 de Mayo				
CH-19	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.66			
Carguío	1.15			
T1	4.89	767.13	9.41	
T2	1.52	416.33	16.47	5.37%
T3	1.16	558.26	28.92	-1.12%
T4	1.55	884.87	34.25	0.30%
T5	0.63	281.50	26.67	2.41%
T6	3.00	673.93	13.48	4.87%
T7	2.79	674.26	14.49	
Maniobra D	1.38			
Descarga	1.33			
T7	3.05	674.26	13.26	
T6	0.94	673.93	42.94	-4.87%
T5	0.45	281.50	37.53	-2.41%
T4	1.13	884.87	46.85	-0.30%
T3	1.05	558.26	31.90	1.12%
T2	0.86	416.33	29.10	-5.37%
T1	2.13	767.13	21.58	
Ciclo	29.68	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 6:

Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Con demora

12 de Mayo				
CH-19	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.66			
Carguío	1.15			
T1	4.89	767.13	9.41	
T2	1.52	416.33	16.47	5.37%
T3	1.16	558.26	28.92	-1.12%
T4	1.55	884.87	34.25	0.30%
T5	0.63	281.50	26.67	2.41%
T6	3.00	673.93	13.48	4.87%
T7	2.79	674.26	14.49	
Maniobra D	1.38			

Descarga	1.33				
T7	3.05	674.26	13.26		
T6	0.94	673.93	42.94	-4.87%	
T5	0.45	281.50	37.53	-2.41%	
T4	1.13	884.87	46.85	-0.30%	
T3	1.05	558.26	31.90	1.12%	
T2	0.86	416.33	29.10	-5.37%	
T1	2.13	767.13	21.58		
Ciclo	29.68	min			

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 12 y 13 se presenta los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-19, en el cual no se observa ninguna diferencia, por lo cual se deduce que este equipo no presenta demoras.

Tabla 7:

Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Sin demora

13 de Mayo				
CH-04	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.06			
Carguío	1.19			
T1	4.73	767.13	9.74	
T2	1.73	416.33	14.46	5.37%
T3	1.20	558.26	27.98	-1.12%
T4	1.54	884.87	34.56	0.30%
T5	0.74	281.50	22.77	2.41%
T6	3.07	673.93	13.16	4.87%
T7	2.99	674.26	13.51	
Maniobra D	0.58			
Descarga	1.16			
T7	1.94	674.26	20.81	
T6	1.28	673.93	31.71	-4.87%
T5	0.47	281.50	35.77	-2.41%
T4	1.28	884.87	41.37	-0.30%
T3	0.84	558.26	40.06	1.12%
T2	0.66	416.33	37.94	-5.37%
T1	2.24	767.13	20.53	
Ciclo	28.69	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 8:

Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Con demora

13 de Mayo				
CH-04	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.20			
Carguío	1.19			
T1	4.73	767.13	9.74	
T2	1.73	416.33	14.46	5.37%
T3	1.20	558.26	27.98	-1.12%
T4	1.54	884.87	34.56	0.30%
T5	0.74	281.50	22.77	2.41%
T6	3.07	673.93	13.16	4.87%
T7	2.99	674.26	13.51	
Maniobra D	0.58			
Descarga	1.16			
T7	1.94	674.26	20.81	
T6	1.28	673.93	31.71	-4.87%
T5	0.47	281.50	35.77	-2.41%
T4	1.28	884.87	41.37	-0.30%
T3	0.84	558.26	40.06	1.12%
T2	0.66	416.33	37.94	-5.37%
T1	2.24	767.13	20.53	
Ciclo	28.83	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 14 y 15 muestran los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-04, con demora y sin demora, al comparar ambos resultados, obtenemos una diferencia mínima de 0.14 segundos en el ciclo total de carguío y acarreo de mineral (ciclo de la Tabla 15 - ciclo de la Tabla 14).

Demora: 14 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora.

Tabla 9:

Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Sin demora

13 de Mayo				
CH-05	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.09			
Carguío	1.27			
T1	4.49	767.13	10.24	
T2	1.59	416.33	15.69	5.37%
T3	1.09	558.26	30.61	-1.12%
T4	1.54	884.87	34.38	0.30%
T5	0.62	281.50	27.02	2.41%
T6	2.83	673.93	14.29	4.87%
T7	2.65	674.26	15.27	
Maniobra D	0.95			
Descarga	1.15			
T7	2.08	674.26	19.44	
T6	1.37	673.93	29.47	-4.87%
T5	0.60	281.50	28.02	-2.41%
T4	1.23	884.87	43.05	-0.30%
T3	0.86	558.26	39.15	1.12%
T2	0.80	416.33	31.12	-5.37%
T1	1.97	767.13	23.40	
Ciclo	28.22	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 10:

Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Con demora

13 de Mayo				
CH-05	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.13			
Carguío	1.27			
T1	4.49	767.13	10.24	
T2	1.59	416.33	15.69	5.37%
T3	1.09	558.26	30.61	-1.12%
T4	1.54	884.87	34.38	0.30%
T5	0.62	281.50	27.02	2.41%
T6	2.83	673.93	14.29	4.87%

T7	2.65	674.26	15.27	
Maniobra D	0.95			
Descarga	1.28			
T7	2.08	674.26	19.44	
T6	1.37	673.93	29.47	-4.87%
T5	0.60	281.50	28.02	-2.41%
T4	1.23	884.87	43.05	-0.30%
T3	0.86	558.26	39.15	1.12%
T2	0.80	416.33	31.12	-5.37%
T1	1.97	767.13	23.40	
Ciclo	28.38	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 16 y 17 se muestran los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-05, con demora y sin demora, al comparar ambos resultados se observa una diferencia mínima de 17 segundos (ciclo de la Tabla 17 - ciclo de la Tabla 16).

Demora: 17 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora.

Tabla 11:

Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Sin demora

14 de Mayo				
CH-18	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.24			
Carguío	1.11			
T1	4.07	767.13	11.30	
T2	1.52	416.33	16.47	5.37%
T3	1.19	558.26	28.04	-1.12%
T4	1.72	884.87	30.83	0.30%
T5	0.88	281.50	19.12	2.41%
T6	2.84	673.93	14.22	4.87%
T7	2.93	674.26	13.82	
Maniobra D	0.88			
Descarga	1.23			
T7	2.07	674.26	19.58	

T6	1.32	673.93	30.71	-4.87%
T5	0.55	281.50	30.71	-2.41%
T4	1.17	884.87	45.29	-0.30%
T3	0.85	558.26	39.41	1.12%
T2	0.67	416.33	37.47	-5.37%
T1	2.10	767.13	21.92	

Ciclo **28.35 min**

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 12:

Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Con demora

14 de Mayo				
CH-18	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.88			
Carguío	1.11			
T1	4.42	767.13	10.42	
T2	1.52	416.33	16.47	5.37%
T3	1.19	558.26	28.04	-1.12%
T4	1.72	884.87	30.83	0.30%
T5	0.88	281.50	19.12	2.41%
T6	2.84	673.93	14.22	4.87%
T7	2.93	674.26	13.82	
Maniobra D	0.97			
Descarga	1.23			
T7	2.07	674.26	19.58	
T6	1.32	673.93	30.71	-4.87%
T5	0.55	281.50	30.71	-2.41%
T4	1.17	884.87	45.29	-0.30%
T3	0.85	558.26	39.41	1.12%
T2	0.67	416.33	37.47	-5.37%
T1	2.10	767.13	21.92	

Ciclo **29.43 min**

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 18 y 19 se muestran los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-18, sin y con demora, al comparar los resultados se observa una diferencia

en el tiempo del ciclo de carguío y acarreo de 1 minuto y 8 segundos (ciclo de la Tabla 19 - ciclo de la Tabla 18).

Demora: 27 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 41 segundos a distracciones del operador.

Tabla 13:

Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Sin demora

14 de Mayo				
CH-21	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.86			
Carguío	1.43			
T1	5.07	767.13	9.08	
T2	1.84	416.33	13.60	5.37%
T3	1.16	558.26	28.78	-1.12%
T4	1.51	884.87	35.26	0.30%
T5	0.82	281.50	20.47	2.41%
T6	3.24	673.93	12.46	4.87%
T7	3.11	674.26	13.02	
Maniobra D	0.78			
Descarga	1.26			
T7	2.28	674.26	17.74	
T6	1.37	673.93	29.59	-4.87%
T5	0.52	281.50	32.69	-2.41%
T4	1.20	884.87	44.14	-0.30%
T3	0.83	558.26	40.46	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.04	767.13	22.61	
Ciclo	30.00	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 14:

Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Con demora

14 de Mayo				
CH-21	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.53			
Carguío	1.43			
T1	5.07	767.13	9.08	
T2	1.84	416.33	13.60	5.37%
T3	1.16	558.26	28.78	-1.12%
T4	1.51	884.87	35.26	0.30%
T5	0.82	281.50	20.47	2.41%
T6	3.24	673.93	12.46	4.87%
T7	3.11	674.26	13.02	
Maniobra D	0.86			
Descarga	1.35			
T7	2.33	674.26	17.34	
T6	1.37	673.93	29.59	-4.87%
T5	0.52	281.50	32.69	-2.41%
T4	1.20	884.87	44.14	-0.30%
T3	0.83	558.26	40.46	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.04	767.13	22.61	
Ciclo	30.89	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 20 y 21 muestran los datos obtenidos del monitoreo que se le hizo al volquete CH-21, sin y con demora, al hacer la comparación entre los resultados del tiempo del ciclo final se observa una diferencia de 1 minuto y 29 segundos (ciclo de la Tabla 21 - ciclo de la Tabla 20).

Demora: 1 minuto se debe a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 29 segundos a distracciones del operador.

Tabla 15:

Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Sin demora

14 de Mayo				
CH-23	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.64			
Carguío	1.41			
T1	4.72	767.13	9.75	
T2	1.62	416.33	15.45	5.37%
T3	1.22	558.26	27.53	-1.12%
T4	1.44	884.87	36.90	0.30%
T5	0.80	281.50	21.11	2.41%
T6	3.30	673.93	12.25	4.87%
T7	2.08	674.26	19.47	
Maniobra D	1.47			
Descarga	1.52			
T7	2.27	674.26	17.80	
T6	1.21	673.93	33.39	-4.87%
T5	0.60	281.50	28.15	-2.41%
T4	1.16	884.87	45.95	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.58	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.06	767.13	22.33	
Ciclo	28.99	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 16:

Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Con demora

14 de Mayo				
CH-23	<i>Tiempo</i> Min	<i>Distancia</i> m	<i>Velocidad</i> Km/h	<i>Pendiente</i> %
Maniobra C	1.19			
Carguío	1.41			
T1	4.72	767.13	9.75	
T2	1.62	416.33	15.45	5.37%
T3	1.22	558.26	27.53	-1.12%
T4	1.44	884.87	36.90	0.30%
T5	0.80	281.50	21.11	2.41%
T6	3.30	673.93	12.25	4.87%
T7	2.08	674.26	19.47	
Maniobra D	1.90			
Descarga	1.56			
T7	2.27	674.26	17.80	
T6	1.21	673.93	33.39	-4.87%
T5	0.60	281.50	28.15	-2.41%
T4	1.16	884.87	45.95	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.58	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.06	767.13	22.33	
Ciclo	30.02	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 22 y 23 muestran los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-23, sin y con demora, al comparar ambos resultados del tiempo de ciclo se observa una diferencia de 1 minuto y 3 segundos (ciclo de la Tabla 23 - ciclo de la Tabla 22).

Demora: 40 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 23 segundos a distracciones del operador.

Tabla 17:

Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Sin demora

15 de Mayo				
CH-15	Tiempo	Distancia	Velocidad	Pendiente
	Min	m	Km/h	%
Maniobra C	0.67			
Carguío	1.16			
T1	4.66	767.13	9.87	
T2	1.66	416.33	15.09	5.37%
T3	1.31	558.26	25.66	-1.12%
T4	1.85	884.87	28.74	0.30%
T5	0.79	281.50	21.26	2.41%
T6	3.06	673.93	13.21	4.87%
T7	3.04	674.26	13.31	
Maniobra D	0.69			
Descarga	1.25			
T7	2.31	674.26	17.48	
T6	1.32	673.93	30.52	-4.87%
T5	0.45	281.50	37.53	-2.41%
T4	1.38	884.87	38.53	-0.30%
T3	0.87	558.26	38.65	1.12%
T2	0.73	416.33	34.45	-5.37%
T1	1.94	767.13	23.77	
Ciclo	29.13	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 18:

Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Con demora

15 de Mayo				
CH-15	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.98			
Carguío	1.16			
T1	4.66	767.13	9.87	
T2	1.66	416.33	15.09	5.37%
T3	1.31	558.26	25.66	-1.12%
T4	1.85	884.87	28.74	0.30%
T5	0.79	281.50	21.26	2.41%
T6	3.06	673.93	13.21	4.87%
T7	3.04	674.26	13.31	
Maniobra D	0.77			
Descarga	1.25			
T7	2.38	674.26	16.97	
T6	1.32	673.93	30.52	-4.87%
T5	0.45	281.50	37.53	-2.41%
T4	1.38	884.87	38.53	-0.30%
T3	0.87	558.26	38.65	1.12%
T2	0.78	416.33	32.12	-5.37%
T1	1.94	767.13	23.77	
Ciclo	29.64	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 24 y 25 se presenta los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-15, sin y con demora, al realizar la comparación de los resultados del tiempo del ciclo se observa una diferencia de 51 segundos (ciclo de la Tabla 25 - ciclo de Tabla 24).

Demora: 27 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 24 segundos a distracciones del operador.

Tabla 19:

Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Sin demora

15 de Mayo				
CH-24	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.70			
Carguío	1.24			
T1	4.53	767.13	10.17	
T2	1.80	416.33	13.88	5.37%
T3	1.24	558.26	26.98	-1.12%
T4	1.64	884.87	32.34	0.30%
T5	0.74	281.50	22.94	2.41%
T6	3.14	673.93	12.86	4.87%
T7	3.49	674.26	11.60	
Maniobra D	0.70			
Descarga	1.29			
T7	2.59	674.26	15.63	
T6	1.30	673.93	31.10	-4.87%
T5	0.40	281.50	41.93	-2.41%
T4	1.24	884.87	42.85	-0.30%
T3	0.84	558.26	39.80	1.12%
T2	0.74	416.33	33.55	-5.37%
T1	1.91	767.13	24.08	
Ciclo	29.54	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 20:

Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Con demora

15 de Mayo				
CH-24	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.74			
Carguío	1.24			
T1	4.53	767.13	10.17	
T2	1.80	416.33	13.88	5.37%
T3	1.24	558.26	26.98	-1.12%
T4	1.64	884.87	32.34	0.30%
T5	0.74	281.50	22.94	2.41%
T6	3.14	673.93	12.86	4.87%
T7	3.49	674.26	11.60	
Maniobra D	0.74			
Descarga	1.29			
T7	2.59	674.26	15.63	
T6	1.30	673.93	31.10	-4.87%
T5	0.40	281.50	41.93	-2.41%
T4	1.24	884.87	42.85	-0.30%
T3	0.84	558.26	39.80	1.12%
T2	0.74	416.33	33.55	-5.37%
T1	1.91	767.13	24.08	
Ciclo	29.61	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 26 y 27 presentan los resultados obtenidos del monitoreo al volquete CH-24, sin y con demora, al hacer la comparación entre los resultados del tiempo de ciclo se observa una diferencia de 7 segundos (ciclo de la Tabla 27 - ciclo de Tabla 26).

Demora: 7 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora.

Tabla 21:

Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Sin demora

16 de Mayo				
CH-14	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.94			
Carguío	0.94			
T1	4.62	767.13	9.95	
T2	1.76	416.33	14.16	5.37%
T3	1.07	558.26	31.16	-1.12%
T4	1.39	884.87	38.15	0.30%
T5	0.66	281.50	25.66	2.41%
T6	2.80	673.93	14.44	4.87%
T7	2.73	674.26	14.83	
Maniobra D	0.71			
Descarga	1.06			
T7	2.36	674.26	17.15	
T6	1.34	673.93	30.14	-4.87%
T5	0.40	281.50	41.93	-2.41%
T4	1.19	884.87	44.45	-0.30%
T3	0.74	558.26	44.99	1.12%
T2	0.54	416.33	46.12	-5.37%
T1	2.07	767.13	22.18	
Ciclo	27.34	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 22 :

Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Con demora

16 de Mayo				
CH-14	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.01			
Carguío	0.95			
T1	4.65	767.13	9.90	
T2	1.76	416.33	14.16	5.37%
T3	1.07	558.26	31.16	-1.12%
T4	1.39	884.87	38.15	0.30%
T5	0.66	281.50	25.66	2.41%
T6	2.80	673.93	14.44	4.87%
T7	2.73	674.26	14.83	
Maniobra D	0.76			
Descarga	1.43			
T7	2.45	674.26	16.53	
T6	1.34	673.93	30.14	-4.87%
T5	0.40	281.50	41.93	-2.41%
T4	1.19	884.87	44.45	-0.30%
T3	0.74	558.26	44.99	1.12%
T2	0.54	416.33	46.12	-5.37%
T1	2.11	767.13	21.86	
Ciclo	27.98	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 29 y 30 se presenta los datos del monitoreo al volquete CH-14, sin y con demora, al realizar la comparación de los tiempos de ciclo se observa una diferencia de 1 minuto y 4 segundos (ciclo de la Tabla 30 - ciclo de Tabla 29).

Demora: 27 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 37 segundos a distracciones del operador.

Tabla 23:

Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Sin demora

16 de Mayo				
CH-17	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.61			
Carguío	0.98			
T1	4.78	767.13	9.63	
T2	1.79	416.33	13.94	5.37%
T3	1.23	558.26	27.34	-1.12%
T4	1.69	884.87	31.44	0.30%
T5	0.74	281.50	22.77	2.41%
T6	3.00	673.93	13.47	4.87%
T7	2.92	674.26	13.84	
Maniobra D	0.66			
Descarga	1.20			
T7	2.13	674.26	19.04	
T6	1.23	673.93	32.86	-4.87%
T5	0.39	281.50	43.12	-2.41%
T4	1.22	884.87	43.54	-0.30%
T3	0.79	558.26	42.46	1.12%
T2	0.58	416.33	43.23	-5.37%
T1	1.97	767.13	23.31	
Ciclo	27.90	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 24:

Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Con demora

16 de Mayo				
CH-17	<i>Tiempo Min</i>	<i>Distancia m</i>	<i>Velocidad Km/h</i>	<i>Pendiente %</i>
Maniobra C	0.68			
Carguío	1.00			
T1	4.78	767.13	9.63	
T2	1.79	416.33	13.94	5.37%
T3	1.23	558.26	27.34	-1.12%
T4	1.69	884.87	31.44	0.30%
T5	0.74	281.50	22.77	2.41%
T6	3.00	673.93	13.47	4.87%
T7	2.92	674.26	13.84	
Maniobra D	0.73			
Descarga	1.21			
T7	2.21	674.26	18.30	
T6	1.23	673.93	32.86	-4.87%
T5	0.39	281.50	43.12	-2.41%
T4	1.22	884.87	43.54	-0.30%
T3	0.79	558.26	42.46	1.12%
T2	0.58	416.33	43.23	-5.37%
T1	2.00	767.13	23.01	
Ciclo	28.19	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 30 y 31 muestran los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-17, sin y con demora, al comparar los resultados del tiempo de ciclo tenemos una diferencia de 29 segundos (ciclo de la Tabla 31 - ciclo de Tabla 30).

Demora: 29 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora.

A continuación, se mostrarán los cuadros con el tiempo y velocidad promedio tomados en el turno “Día”. En estos resultados se puede observar diferencias mayores a las que se presentaron en el turno “Noche”.

Tabla 25:

Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Sin demora

12 de Mayo				
CH-01	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.72			
Carguío	1.27			
T1	3.54	767.13	13.00	
T2	1.39	416.33	17.97	5.37%
T3	1.05	558.26	31.90	-1.12%
T4	1.40	884.87	37.92	0.30%
T5	0.79	281.50	21.38	2.41%
T6	2.58	673.93	15.67	4.87%
T7	2.81	674.26	14.40	
Maniobra D	0.67			
Descarga	1.07			
T7	2.40	674.26	16.86	
T6	1.16	673.93	34.86	-4.87%
T5	0.36	281.50	46.92	-2.41%
T4	1.05	884.87	50.56	-0.30%
T3	0.71	558.26	47.18	1.12%
T2	0.53	416.33	47.13	-5.37%
T1	1.67	767.13	27.56	
Ciclo	25.17	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 26:

Análisis de tiempo/velocidad CH-01 Con demora

12 de Mayo				
CH-01	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.82			
Carguío	1.73			
T1	3.89	767.13	11.83	
T2	1.39	416.33	17.97	5.37%
T3	1.05	558.26	31.90	-1.12%
T4	1.40	884.87	37.92	0.30%
T5	0.79	281.50	21.38	2.41%
T6	2.61	673.93	15.49	4.87%
T7	2.81	674.26	14.40	
Maniobra D	0.90			
Descarga	1.42			
T7	2.65	674.26	15.27	
T6	1.19	673.93	33.98	-4.87%
T5	0.36	281.50	46.92	-2.41%
T4	1.32	884.87	40.22	-0.30%
T3	0.71	558.26	47.18	1.12%
T2	0.53	416.33	47.13	-5.37%
T1	1.67	767.13	27.56	
Ciclo	27.24	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

En las tablas 32 y 33 se presentan los datos obtenidos del monitoreo al volquete CH-01, sin y con demora, al realizar la comparación se observa una diferencia de 2 minutos y 7 segundos (ciclo de la Tabla 33 - ciclo de Tabla 32).

Demora: 1 minuto y 30 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 37 segundos a distracciones del operador.

Tabla 27:

Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Sin demora

12 de Mayo				
CH-08	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.69			
Carguío	1.13			
T1	4.17	767.13	11.04	
T2	1.37	416.33	18.23	5.37%
T3	1.02	558.26	32.84	-1.12%
T4	1.74	884.87	30.51	0.30%
T5	0.86	281.50	19.64	2.41%
T6	2.81	673.93	14.39	4.87%
T7	2.64	674.26	15.32	
Maniobra D	0.53			
Descarga	1.18			
T7	1.99	674.26	20.33	
T6	1.16	673.93	34.86	-4.87%
T5	0.52	281.50	32.48	-2.41%
T4	1.21	884.87	43.88	-0.30%
T3	0.79	558.26	42.40	1.12%
T2	0.56	416.33	44.61	-5.37%
T1	1.92	767.13	23.97	
Ciclo	26.29	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 28:

Análisis de tiempo/velocidad CH-08 Con demora

12 de Mayo				
CH-08	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.98			
Carguío	1.19			
T1	4.58	767.13	10.05	
T2	1.36	416.33	18.37	5.37%
T3	1.00	558.26	33.50	-1.12%
T4	1.74	884.87	30.51	0.30%
T5	0.86	281.50	19.64	2.41%
T6	2.81	673.93	14.39	4.87%
T7	2.58	674.26	15.68	
Maniobra D	0.51			
Descarga	1.35			
T7	2.13	674.26	18.99	
T6	1.14	673.93	35.47	-4.87%
T5	0.52	281.50	32.48	-2.41%
T4	1.22	884.87	43.52	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.35	1.12%
T2	0.58	416.33	43.07	-5.37%
T1	1.97	767.13	23.36	
Ciclo	27.33	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 34 y 35 muestran los resultados obtenidos del monitoreo al volquete CH-08, sin y con demora, al realizar la comparación entre ambos tiempos se observa una diferencia de 1 minuto y 4 segundos (ciclo de la Tabla 35 - ciclo de Tabla 34).

Demora: 49 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 15 segundos a distracciones del operador.

Tabla 29:

Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Sin demora

12 de Mayo				
CH-19	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.67			
Carguío	1.36			
T1	3.97	767.13	11.59	
T2	1.41	416.33	17.72	5.37%
T3	1.17	558.26	28.63	-1.12%
T4	1.66	884.87	31.98	0.30%
T5	0.88	281.50	19.19	2.41%
T6	2.74	673.93	14.76	4.87%
T7	2.77	674.26	14.60	
Maniobra D	0.57			
Descarga	1.03			
T7	2.13	674.26	18.99	
T6	1.18	673.93	34.27	-4.87%
T5	0.44	281.50	38.39	-2.41%
T4	1.26	884.87	42.14	-0.30%
T3	0.84	558.26	39.88	1.12%
T2	0.63	416.33	39.65	-5.37%
T1	2.03	767.13	22.67	
Ciclo	26.74	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 30:

Análisis de tiempo/velocidad CH-19 Con demora

12 de Mayo				
CH-19	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	2.12			
Carguío	1.77			
T1	4.30	767.13	10.70	
T2	1.41	416.33	17.72	5.37%
T3	1.17	558.26	28.63	-1.12%
T4	1.66	884.87	31.98	0.30%
T5	0.88	281.50	19.19	2.41%
T6	2.74	673.93	14.76	4.87%
T7	2.79	674.26	14.50	
Maniobra D	0.57			
Descarga	1.27			
T7	2.16	674.26	18.73	
T6	1.18	673.93	34.27	-4.87%
T5	0.44	281.50	38.39	-2.41%
T4	1.47	884.87	36.12	-0.30%
T3	0.84	558.26	39.88	1.12%
T2	0.63	416.33	39.65	-5.37%
T1	2.22	767.13	20.73	
Ciclo	29.62	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 36 y 37 presentan los resultados obtenidos del monitoreo al volquete CH-19, sin y con demora, al realizar la comparación entre ambos tiempos del ciclo de carguío observamos una diferencia de 3 minutos con 28 segundos (ciclo de la Tabla 37 - ciclo de Tabla 36).

Demora: 3 minutos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 28 segundos a distracciones del operador.

Tabla 31:

Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Sin demora

13 de Mayo				
CH-04	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.62			
Carguío	1.28			
T1	3.36	767.13	13.70	
T2	1.26	416.33	19.83	5.37%
T3	1.11	558.26	30.18	-1.12%
T4	1.58	884.87	33.60	0.30%
T5	0.69	281.50	24.48	2.41%
T6	2.67	673.93	15.14	4.87%
T7	2.80	674.26	14.45	
Maniobra D	0.51			
Descarga	1.09			
T7	1.69	674.26	23.94	
T6	1.16	673.93	34.86	-4.87%
T5	0.38	281.50	44.45	-2.41%
T4	1.20	884.87	44.24	-0.30%
T3	0.78	558.26	42.94	1.12%
T2	0.61	416.33	40.95	-5.37%
T1	1.69	767.13	27.24	
Ciclo	24.48	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 32:

Análisis de tiempo/velocidad CH-04 Con demora

13 de Mayo				
CH-04	<i>Tiempo Min</i>	<i>Distancia m</i>	<i>Velocidad Km/h</i>	<i>Pendiente %</i>
Maniobra C	1.09			
Carguío	1.28			
T1	3.92	767.13	11.74	
T2	1.26	416.33	19.83	5.37%
T3	1.11	558.26	30.18	-1.12%
T4	1.58	884.87	33.60	0.30%
T5	0.69	281.50	24.48	2.41%
T6	2.67	673.93	15.14	4.87%
T7	2.80	674.26	14.45	
Maniobra D	0.53			
Descarga	1.31			
T7	1.69	674.26	23.94	
T6	1.20	673.93	33.70	-4.87%
T5	0.38	281.50	44.45	-2.41%
T4	1.49	884.87	35.63	-0.30%
T3	0.78	558.26	42.94	1.12%
T2	0.61	416.33	40.95	-5.37%
T1	1.86	767.13	24.75	
Ciclo	26.25	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 38 y 39 muestran los resultados obtenidos del monitoreo al volquete CH-04, sin y con demora, al realizar la comparación entre los resultados del tiempo de ciclo de carguío tenemos una diferencia de 2 minutos 17 segundos (ciclo de la Tabla 39 - ciclo de Tabla 38).

Demora: 2 minutos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 17 segundos a distracciones del operador.

Tabla 33:

Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Sin demora

13 de Mayo				
CH-05	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.50			
Carguío	1.23			
T1	4.41	767.13	10.44	
T2	1.48	416.33	16.88	5.37%
T3	1.00	558.26	33.50	-1.12%
T4	1.58	884.87	33.60	0.30%
T5	0.70	281.50	24.13	2.41%
T6	2.94	673.93	13.75	4.87%
T7	2.58	674.26	15.68	
Maniobra D	0.54			
Descarga	1.02			
T7	1.75	674.26	23.12	
T6	1.20	673.93	33.70	-4.87%
T5	0.41	281.50	41.20	-2.41%
T4	1.14	884.87	46.57	-0.30%
T3	0.75	558.26	44.66	1.12%
T2	0.54	416.33	46.26	-5.37%
T1	1.85	767.13	24.88	
Ciclo	25.62	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 34:

Análisis de tiempo/velocidad CH-05 Con demora

13 de Mayo				
CH-05	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.69			
Carguío	1.35			
T1	4.80	767.13	9.59	
T2	1.48	416.33	16.88	5.37%
T3	1.00	558.26	33.50	-1.12%
T4	1.58	884.87	33.60	0.30%
T5	0.70	281.50	24.13	2.41%
T6	2.94	673.93	13.75	4.87%
T7	2.58	674.26	15.68	
Maniobra D	0.63			
Descarga	1.33			
T7	1.94	674.26	20.85	
T6	1.20	673.93	33.70	-4.87%
T5	0.41	281.50	41.20	-2.41%
T4	1.14	884.87	46.57	-0.30%
T3	0.75	558.26	44.66	1.12%
T2	0.54	416.33	46.26	-5.37%
T1	1.85	767.13	24.88	
Ciclo	26.91	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 40 y 41 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-05, sin y con demora, al realizar la comparación de los tiempos del ciclo de carguío observamos una diferencia de 1 minuto con 29 segundos (ciclo de la Tabla 41 - ciclo de Tabla 40).

Demora: 1 minuto se debe a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 29 segundos a distracciones del operador.

Tabla 35:

Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Sin demora

14 de Mayo				
CH-18	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.24			
Carguío	1.11			
T1	4.07	767.13	11.30	
T2	1.52	416.33	16.47	5.37%
T3	1.19	558.26	28.04	-1.12%
T4	1.72	884.87	30.83	0.30%
T5	0.88	281.50	19.12	2.41%
T6	2.84	673.93	14.22	4.87%
T7	2.93	674.26	13.82	
Maniobra D	0.88			
Descarga	1.23			
T7	2.07	674.26	19.58	
T6	1.32	673.93	30.71	-4.87%
T5	0.55	281.50	30.71	-2.41%
T4	1.17	884.87	45.29	-0.30%
T3	0.85	558.26	39.41	1.12%
T2	0.67	416.33	37.47	-5.37%
T1	2.10	767.13	21.92	
Ciclo	28.35	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 36:

Análisis de tiempo/velocidad CH-18 Con demora

14 de Mayo				
CH-18	Tiempo	Distancia	Velocidad	Pendiente
	Min	m	Km/h	%
Maniobra C	1.88			
Carguío	1.11			
T1	4.42	767.13	10.42	
T2	1.52	416.33	16.47	5.37%
T3	1.19	558.26	28.04	-1.12%
T4	1.72	884.87	30.83	0.30%
T5	0.88	281.50	19.12	2.41%
T6	2.84	673.93	14.22	4.87%
T7	2.93	674.26	13.82	
Maniobra D	0.97			
Descarga	1.23			
T7	2.07	674.26	19.58	
T6	1.32	673.93	30.71	-4.87%
T5	0.55	281.50	30.71	-2.41%
T4	1.17	884.87	45.29	-0.30%
T3	0.85	558.26	39.41	1.12%
T2	0.67	416.33	37.47	-5.37%
T1	2.10	767.13	21.92	
Ciclo	29.43	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 42 y 43 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-18, sin y con demora, al comparar los resultados de los tiempos de carguío se observa una diferencia de 1 minuto y 8 segundos (ciclo de la Tabla 43 - ciclo de Tabla 42).

Demora: 45 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 23 segundos a distracciones del operador.

Tabla 37:

Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Sin demora

14 de Mayo				
CH-21	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.86			
Carguío	1.43			
T1	5.07	767.13	9.08	
T2	1.84	416.33	13.60	5.37%
T3	1.16	558.26	28.78	-1.12%
T4	1.51	884.87	35.26	0.30%
T5	0.82	281.50	20.47	2.41%
T6	3.24	673.93	12.46	4.87%
T7	3.11	674.26	13.02	
Maniobra D	0.78			
Descarga	1.26			
T7	2.28	674.26	17.74	
T6	1.37	673.93	29.59	-4.87%
T5	0.52	281.50	32.69	-2.41%
T4	1.20	884.87	44.14	-0.30%
T3	0.83	558.26	40.46	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.04	767.13	22.61	
Ciclo	30.00	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 38:

Análisis de tiempo/velocidad CH-21 Con demora

14 de Mayo				
CH-21	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.53			
Carguío	1.43			
T1	5.07	767.13	9.08	
T2	1.84	416.33	13.60	5.37%
T3	1.16	558.26	28.78	-1.12%
T4	1.51	884.87	35.26	0.30%
T5	0.82	281.50	20.47	2.41%
T6	3.24	673.93	12.46	4.87%
T7	3.11	674.26	13.02	
Maniobra D	0.86			
Descarga	1.35			
T7	2.33	674.26	17.34	
T6	1.37	673.93	29.59	-4.87%
T5	0.52	281.50	32.69	-2.41%
T4	1.20	884.87	44.14	-0.30%
T3	0.83	558.26	40.46	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.04	767.13	22.61	
Ciclo	30.89	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 44 y 45 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-21, sin y con demora, al comparar los resultados del tiempo del ciclo de carguío observamos una diferencia de 1 minuto y 29 segundos (ciclo de la Tabla 45 - ciclo de Tabla 44).

Demora: 50 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 39 segundos a distracciones del operador.

Tabla 39:

Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Sin demora

14 de Mayo				
CH-23	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.64			
Carguío	1.41			
T1	4.72	767.13	9.75	
T2	1.62	416.33	15.45	5.37%
T3	1.22	558.26	27.53	-1.12%
T4	1.44	884.87	36.90	0.30%
T5	0.80	281.50	21.11	2.41%
T6	3.30	673.93	12.25	4.87%
T7	2.08	674.26	19.47	
Maniobra D	1.47			
Descarga	1.52			
T7	2.27	674.26	17.80	
T6	1.21	673.93	33.39	-4.87%
T5	0.60	281.50	28.15	-2.41%
T4	1.16	884.87	45.95	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.58	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.06	767.13	22.33	
Ciclo	28.99	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 40:

Análisis de tiempo/velocidad CH-23 Con demora

14 de Mayo				
CH-23	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	1.19			
Carguío	1.41			
T1	4.72	767.13	9.75	
T2	1.62	416.33	15.45	5.37%
T3	1.22	558.26	27.53	-1.12%
T4	1.44	884.87	36.90	0.30%
T5	0.80	281.50	21.11	2.41%
T6	3.30	673.93	12.25	4.87%
T7	2.08	674.26	19.47	
Maniobra D	1.90			
Descarga	1.56			
T7	2.27	674.26	17.80	
T6	1.21	673.93	33.39	-4.87%
T5	0.60	281.50	28.15	-2.41%
T4	1.16	884.87	45.95	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.58	1.12%
T2	0.68	416.33	36.56	-5.37%
T1	2.06	767.13	22.33	
Ciclo	30.02	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 46 y 47 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-23, sin y con demora, al realizar la comparación de los tiempos del ciclo de carguío se observa una diferencia de 1 minuto y 3 segundos (ciclo de la Tabla 47 - ciclo de Tabla 46).

Demora: 40 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 23 segundos a distracciones del operador.

Tabla 41:

Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Sin demora

15 de Mayo				
CH-15	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.71			
Carguío	1.32			
T1	3.76	767.13	12.24	
T2	1.33	416.33	18.78	5.37%
T3	1.03	558.26	32.52	-1.12%
T4	1.43	884.87	37.13	0.30%
T5	0.69	281.50	24.48	2.41%
T6	2.67	673.93	15.14	4.87%
T7	2.64	674.26	15.32	
Maniobra D	0.51			
Descarga	1.18			
T7	1.89	674.26	21.41	
T6	1.25	673.93	32.35	-4.87%
T5	0.39	281.50	43.31	-2.41%
T4	1.12	884.87	47.40	-0.30%
T3	0.72	558.26	46.52	1.12%
T2	0.59	416.33	42.34	-5.37%
T1	1.72	767.13	26.76	
Ciclo	24.95	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 42:

Análisis de tiempo/velocidad CH-15 Con demora

15 de Mayo				
CH-15	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	2.26			
Carguío	2.35			
T1	4.04	767.13	11.39	
T2	1.33	416.33	18.78	5.37%
T3	1.03	558.26	32.52	-1.12%
T4	1.43	884.87	37.13	0.30%
T5	0.69	281.50	24.48	2.41%
T6	2.67	673.93	15.14	4.87%
T7	2.64	674.26	15.32	
Maniobra D	0.57			
Descarga	1.21			
T7	1.96	674.26	20.64	
T6	1.25	673.93	32.35	-4.87%
T5	0.39	281.50	43.31	-2.41%
T4	1.12	884.87	47.40	-0.30%
T3	0.72	558.26	46.52	1.12%
T2	0.59	416.33	42.34	-5.37%
T1	3.68	767.13	12.51	
Ciclo	29.93	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 48 y 49 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-15, sin y con demora, al comparar los tiempos de carguío se observa una diferencia de 5 minutos y 38 segundos, debido a una demora con la excavadora (ciclo de la Tabla 49 - ciclo de Tabla 48).

Demora: 4 minutos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 1 minuto con 38 segundos a distracciones del operador.

Tabla 43:

Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Sin demora

15 de Mayo				
CH-24	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.57			
Carguío	1.32			
T1	4.03	767.13	11.42	
T2	1.39	416.33	17.97	5.37%
T3	1.03	558.26	32.52	-1.12%
T4	1.41	884.87	37.65	0.30%
T5	0.70	281.50	24.13	2.41%
T6	2.81	673.93	14.39	4.87%
T7	2.51	674.26	16.12	
Maniobra D	0.54			
Descarga	1.21			
T7	1.68	674.26	24.08	
T6	1.07	673.93	37.79	-4.87%
T5	0.62	281.50	27.24	-2.41%
T4	1.18	884.87	44.99	-0.30%
T3	0.75	558.26	44.66	1.12%
T2	0.57	416.33	43.82	-5.37%
T1	1.67	767.13	27.56	
Ciclo	25.06	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 44:

Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Con demora

15 de Mayo				
CH-24	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.81			
Carguío	1.54			
T1	4.34	767.13	10.61	
T2	1.39	416.33	17.97	5.37%
T3	1.03	558.26	32.52	-1.12%
T4	1.41	884.87	37.65	0.30%
T5	0.70	281.50	24.13	2.41%
T6	2.81	673.93	14.39	4.87%
T7	2.51	674.26	16.12	
Maniobra D	0.55			
Descarga	1.71			
T7	1.75	674.26	23.12	
T6	1.07	673.93	37.79	-4.87%
T5	0.62	281.50	27.24	-2.41%
T4	1.18	884.87	44.99	-0.30%
T3	0.75	558.26	44.66	1.12%
T2	0.57	416.33	43.82	-5.37%
T1	1.69	767.13	27.24	
Ciclo	26.43	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 50 y 51 muestran el resultado del monitoreo al volquete CH-24, sin y con demora, al realizar la comparación de los tiempos del ciclo de carguío se observa una diferencia de 1 minuto y 37 segundos (ciclo de la Tabla 51 - ciclo de Tabla 50).

Demora: 1 minuto con 10 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 27 segundos a distracciones del operador.

Tabla 45:

Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Sin demora

16 de Mayo				
CH-14	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.53			
Carguío	1.28			
T1	4.37	767.13	10.53	
T2	1.65	416.33	15.14	5.37%
T3	1.40	558.26	23.93	-1.12%
T4	2.05	884.87	25.90	0.30%
T5	0.74	281.50	22.82	2.41%
T6	2.53	673.93	15.98	4.87%
T7	2.41	674.26	16.79	
Maniobra D	0.39			
Descarga	1.09			
T7	1.91	674.26	21.18	
T6	1.22	673.93	33.14	-4.87%
T5	0.43	281.50	39.28	-2.41%
T4	1.25	884.87	42.47	-0.30%
T3	0.79	558.26	42.40	1.12%
T2	0.60	416.33	41.63	-5.37%
T1	2.02	767.13	22.79	
Ciclo	26.66	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 46:

Análisis de tiempo/velocidad CH-14 Con demora

16 de Mayo				
CH-14	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.72			
Carguío	1.53			
T1	4.72	767.13	9.75	
T2	1.65	416.33	15.14	5.37%
T3	1.40	558.26	23.93	-1.12%
T4	2.05	884.87	25.90	0.30%
T5	0.74	281.50	22.82	2.41%
T6	2.53	673.93	15.98	4.87%
T7	2.41	674.26	16.79	
Maniobra D	0.47			
Descarga	1.23			
T7	1.97	674.26	20.54	
T6	1.22	673.93	33.14	-4.87%
T5	0.43	281.50	39.28	-2.41%
T4	1.25	884.87	42.47	-0.30%
T3	0.79	558.26	42.40	1.12%
T2	0.60	416.33	41.63	-5.37%
T1	3.05	767.13	15.09	
Ciclo	28.76	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 52 y 53 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-14, sin y con demora, al realizar la comparación de los tiempos del ciclo de carguío observamos una diferencia de 2 minutos y 10 segundos (ciclo de la Tabla 53 - ciclo de Tabla 52).

Demora: 1 minuto con 45 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 25 segundos a distracciones del operador.

Tabla 47:

Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Sin demora

16 de Mayo				
CH-17	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.79			
Carguío	1.05			
T1	4.45	767.13	10.34	
T2	1.56	416.33	16.01	5.37%
T3	1.16	558.26	28.88	-1.12%
T4	1.56	884.87	34.03	0.30%
T5	0.71	281.50	23.79	2.41%
T6	2.85	673.93	14.19	4.87%
T7	2.74	674.26	14.76	
Maniobra D	0.51			
Descarga	1.10			
T7	1.69	674.26	23.94	
T6	1.12	673.93	36.10	-4.87%
T5	0.40	281.50	42.23	-2.41%
T4	1.18	884.87	44.99	-0.30%
T3	0.77	558.26	43.50	1.12%
T2	0.58	416.33	43.07	-5.37%
T1	1.97	767.13	23.31	
Ciclo	26.20	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 48:

Análisis de tiempo/velocidad CH-17 Con demora

16 de Mayo				
CH-17	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.91			
Carguío	1.09			
T1	4.71	767.13	9.77	
T2	1.56	416.33	16.01	5.37%
T3	1.16	558.26	28.88	-1.12%
T4	1.56	884.87	34.03	0.30%
T5	0.71	281.50	23.79	2.41%
T6	2.85	673.93	14.19	4.87%
T7	2.76	674.26	14.66	
Maniobra D	0.57			
Descarga	1.27			
T7	1.75	674.26	23.12	
T6	1.12	673.93	36.10	-4.87%
T5	0.40	281.50	42.23	-2.41%
T4	1.18	884.87	44.99	-0.30%
T3	0.77	558.26	43.50	1.12%
T2	0.58	416.33	43.23	-5.37%
T1	2.59	767.13	17.77	
Ciclo	27.54	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 54 y 55 presentan los resultados del monitoreo al volquete CH-17, sin y con demora, al realizar la comparación entre los tiempos de carguío se observa una diferencia de 1 minuto y 34 segundos (ciclo de la Tabla 55 - ciclo de Tabla 54).

Demora: 1 minuto con 10 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora y 24 segundos a distracciones del operador.

Tabla 49:

Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Sin demora

16 de Mayo				
CH-24	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.46			
Carguío	1.20			
T1	4.32	767.13	10.65	
T2	1.41	416.33	17.72	5.37%
T3	1.13	558.26	29.64	-1.12%
T4	1.56	884.87	34.03	0.30%
T5	0.76	281.50	22.22	2.41%
T6	2.71	673.93	14.92	4.87%
T7	2.61	674.26	15.50	
Maniobra D	0.48			
Descarga	1.07			
T7	1.59	674.26	25.44	
T6	1.19	673.93	33.98	-4.87%
T5	0.43	281.50	39.28	-2.41%
T4	1.16	884.87	45.77	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.35	1.12%
T2	0.58	416.33	43.07	-5.37%
T1	1.93	767.13	23.85	
Ciclo	25.40	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 50:

Análisis de tiempo/velocidad CH-24 Con demora

16 de Mayo				
CH-24	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Pendiente %
Maniobra C	0.51			
Carguío	1.46			
T1	4.61	767.13	9.98	
T2	1.41	416.33	17.72	5.37%
T3	1.13	558.26	29.64	-1.12%
T4	1.56	884.87	34.03	0.30%
T5	0.76	281.50	22.22	2.41%
T6	2.71	673.93	14.92	4.87%
T7	2.61	674.26	15.50	
Maniobra D	0.54			
Descarga	1.18			
T7	1.67	674.26	24.23	
T6	1.19	673.93	33.98	-4.87%
T5	0.43	281.50	39.28	-2.41%
T4	1.16	884.87	45.77	-0.30%
T3	0.81	558.26	41.35	1.12%
T2	0.58	416.33	43.07	-5.37%
T1	1.32	767.13	34.87	
Ciclo	25.64	min		

Fuente: Monitoreo de campo.

Las tablas 56 y 57 muestran los resultados del monitoreo al volquete CH-24, sin y con demora; al realizar la comparación de tiempos de carguío se observa una diferencia de 24 segundos (ciclo de la Tabla 57 - ciclo de Tabla 56).

Demora: 24 segundos se deben a la cola de volquetes producida por problemas con la excavadora.

Al analizar todos los datos obtenidos de los 12 equipos en los turnos de “Día” y “Noche” se aprecia una gran diferencia de tiempos, notando que en el turno “Día” es mucho mayor. A continuación, se presentan los datos de manera

resumida, que se obtuvieron del monitoreo del turno antes mencionado durante los 5 días.

Así mismo, se ha realizado el cálculo de 2 medidas estadísticas (desviación estándar y coeficiente de variación), para ver la variabilidad de los resultados. También se ha utilizado gráficos para apreciar mejor la diferencia de los tiempos medidos al inicio y al final, luego de aplicar la propuesta de aumento de velocidad en el tramo N° 04 (al retorno).

Tabla 51:

Análisis del tiempo/velocidad promedio Con demora

<i>Ida (Cargado)</i>					
<i>Fecha</i>	<i>Volquete</i>	<i>Tiempo Min</i>	<i>Distancia m</i>	<i>Velocidad Km/h</i>	<i>Ciclo min.</i>
<i>12-may</i>	CH-01	1.40	884.87	38.00	27.22
	CH-08	1.74	884.87	30.44	27.33
	CH-19	1.66	884.87	32.07	29.6
<i>13-may</i>	CH-04	1.58	884.87	33.59	26.24
	CH-05	1.43	884.87	33.53	26.93
<i>14-may</i>	CH-18	1.72	884.87	30.83	29.43
	CH-21	1.51	884.87	35.26	30.89
	CH-23	1.44	884.87	36.90	30.02
<i>15-may</i>	CH-15	1.43	884.87	37.04	29.94
	CH-24	1.41	884.87	37.74	26.42
<i>16-may</i>	CH-14	2.05	884.87	25.90	28.74
	CH-17	1.56	884.87	34.04	27.55
<i>Promedio</i>		<i>1.58</i>		<i>33.78</i>	<i>28.36</i>

Fuente: Monitoreo de campo.

En la tabla 58 se muestran los datos del monitoreo a los 12 volquetes, al calcular la desviación estándar del tiempo y velocidad promedio obtenemos 0.19 y 3.58 respectivamente, el coeficiente de variación 12.17 y 10.60.

Tabla 52:

Análisis del tiempo/velocidad promedio Con demora

<i>Retorno (Vacío)</i>					
<i>Fecha</i>	<i>Volquete</i>	<i>Tiempo Min</i>	<i>Distancia m</i>	<i>Velocidad Km/h</i>	<i>Ciclo min.</i>
<i>12-may</i>	CH-01	1.32	884.87	40.15	27.22
	CH-08	1.22	884.87	43.44	27.33
	CH-19	1.47	884.87	36.13	29.6
<i>13-may</i>	CH-04	1.49	884.87	35.73	26.24
	CH-05	1.14	884.87	46.65	26.93
	CH-18	1.17	884.87	45.29	29.43
<i>14-may</i>	CH-21	1.20	884.87	44.14	30.89
	CH-23	1.16	884.87	45.95	30.02
<i>15-may</i>	CH-15	1.33	884.87	47.31	29.94
	CH-24	1.12	884.87	45.12	26.42
<i>16-may</i>	CH-14	1.18	884.87	42.55	28.74
	CH-17	1.16	884.87	44.87	27.55
<i>Promedio</i>		<i>1.26</i>		<i>43.11</i>	<i>28.36</i>

Fuente: Monitoreo de campo.

En la tabla 59 se muestran los datos del monitoreo a los 12 volquetes, al calcular la desviación estándar del tiempo y velocidad promedio obtenemos 0.13 y 2.71 respectivamente, el coeficiente de variación 8.20 y 8.10.

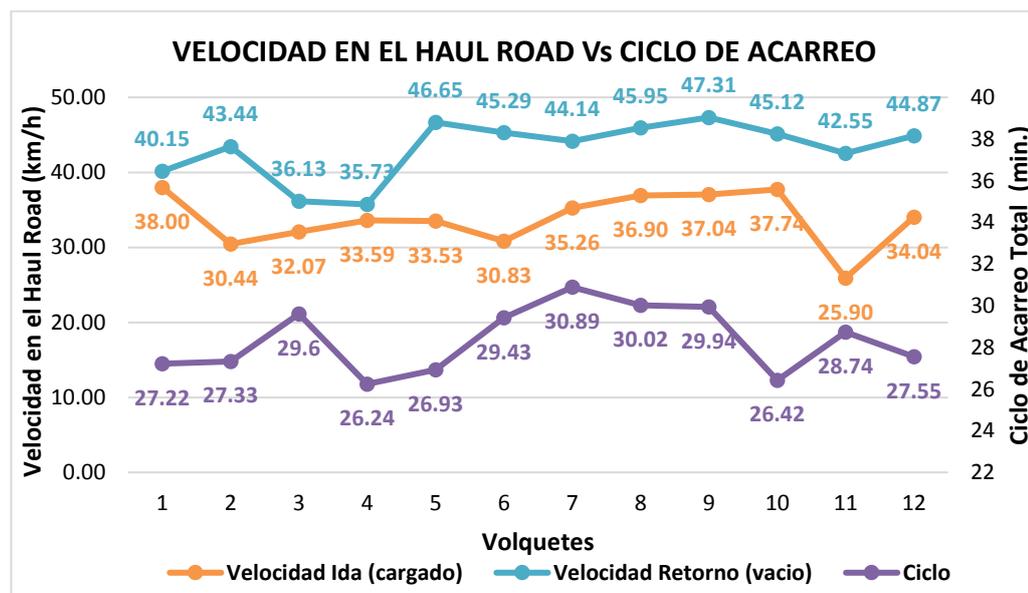


Ilustración 12: *Velocidad en el Haul Road vs Ciclo de acarreo*

Fuente: Monitoreo de campo.

Tabla 53:

Análisis del tiempo/velocidad promedio Sin demora

<i>Ida (Cargado)</i>					
<i>Fecha</i>	<i>Volquete</i>	<i>Tiempo Min</i>	<i>Distancia m</i>	<i>Velocidad Km/h</i>	<i>Ciclo min.</i>
<i>12-may</i>	CH-01	1.40	884.87	38.00	25.16
	CH-08	1.74	884.87	30.46	26.29
	CH-19	1.66	884.87	32.07	26.71
<i>13-may</i>	CH-04	1.58	884.87	33.59	24.44
	CH-05	1.43	884.87	33.53	25.63
	CH-18	1.72	884.87	30.83	28.35
<i>14-may</i>	CH-21	1.51	884.87	35.26	30
	CH-23	1.44	884.87	36.90	28.99
<i>15-may</i>	CH-15	1.43	884.87	37.04	24.95
	CH-24	1.41	884.87	37.74	25.05
<i>16-may</i>	CH-14	2.05	884.87	25.90	26.65
	CH-17	1.56	884.87	34.04	26.2
<i>Promedio</i>		<i>1.58</i>		<i>33.78</i>	<i>26.54</i>

Fuente: Monitoreo de campo.

En la tabla 60 se muestran los datos del monitoreo a los 12 volquetes, al calcular la desviación estándar del tiempo y velocidad promedio obtenemos 0.19 y 3.58 respectivamente, el coeficiente de variación 12.17 y 10.60.

Tabla 54:

Análisis del tiempo/velocidad promedio Sin demora

		Retorno (Vacío)			
Fecha	Volquete	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Ciclo min.
12-may	CH-01	1.05	884.87	50.43	25.16
	CH-08	1.21	884.87	43.98	26.29
	CH-19	1.26	884.87	42.19	26.71
13-may	CH-04	1.20	884.87	44.14	24.44
	CH-05	1.14	884.87	46.65	25.63
	CH-18	1.17	884.87	45.29	25.24
14-may	CH-21	1.20	884.87	44.14	24.95
	CH-23	1.16	884.87	45.95	25.05
15-may	CH-15	1.12	884.87	47.31	24.95
	CH-24	1.18	884.87	45.12	25.05
16-may	CH-14	1.25	884.87	42.55	26.65
	CH-17	1.16	884.87	44.87	26.2
Promedio		1.18		45.22	25.53

Fuente: Monitoreo de campo.

La tabla 61 se muestran los datos del monitoreo durante los 5 días a los 12 volquetes, al calcular la desviación estándar del tiempo promedio y velocidad promedio obtenemos 0.06 y 2.22 respectivamente, el coeficiente de variación 4.87 y 4.92 (ANEXO N°08).

Con respecto a las medidas de tendencia central se pudo concluir que, al ser el coeficiente de variación menor en el retorno, en comparación cuando el volquete está cargado, significa que en el retorno los volquetes vienen a una velocidad más constante, y es allí donde se debe aplicar un aumento de 2 km por hora para disminuir el tiempo del ciclo.

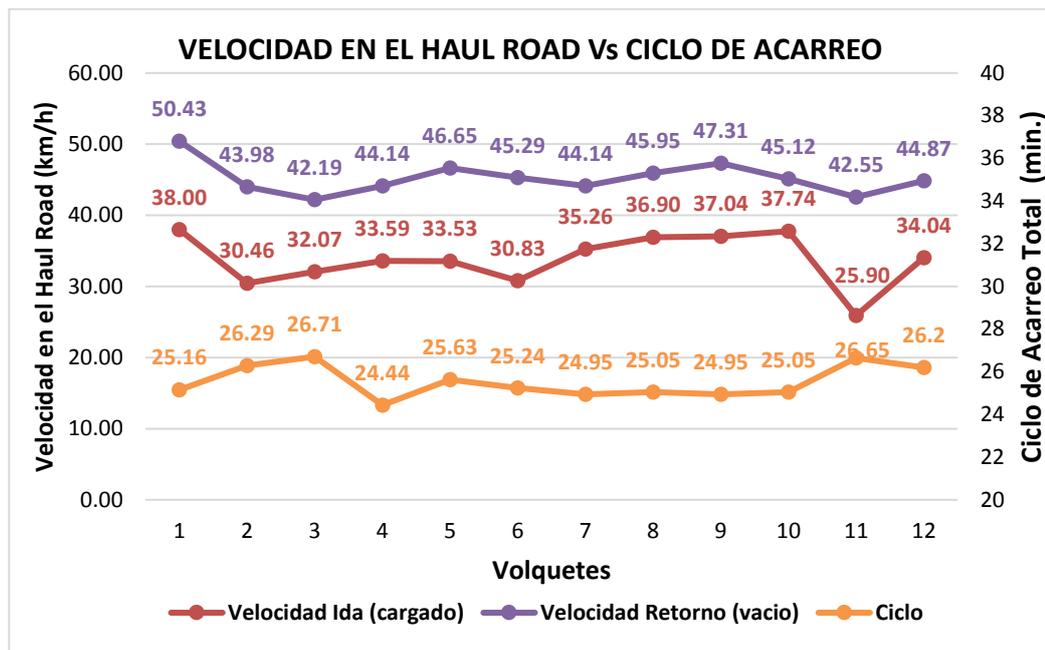


Ilustración 13: Velocidad en el Haul Road vs Ciclo de acarreo

Fuente: Monitoreo de campo.

En las ilustraciones 12 y 13 se aprecia la continuidad del tiempo de ciclo y velocidades en el retorno de los volquetes, cabe resaltar que en la ilustración 13 ya se ha aplicado la propuesta de optimización de tiempos en el tramo N°04. Se puede apreciar en el grafico que la variabilidad del tiempo del ciclo de carguío de cada volquete se ha estabilizado y es menor a los datos obtenidos inicialmente.

3.2. Resultados del Costo:

Con los datos del monitoreo inicial y final, se realizó el análisis de costos, para lo cual se solicitó algunos datos sobre el costo del alquiler de cada volquete al área técnica de mina. En las siguientes tablas se muestran los resultados del calculo que se realizó con la información obtenida en el monitoreo de los equipos en campo.

Tabla 55:

Costo alquiler 12 volquetes/Día – Sin demoras

TURNO DIA SIN DEMORAS									
<i>N</i>	<i>COSTO</i>		<i>COSTO</i>	<i>CICL</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>COSTO</i>
<i>VIAJES</i>	<i>\$/h</i>	<i>IGV</i>	<i>\$/</i>	<i>Ida</i>	<i>Retorno</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>\$/</i>
		<i>\$/</i>	<i>IGV</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(h.)</i>	<i>\$/</i>
264	\$40.00	\$7.20	\$47.20	26.54	25.53	52.07	13746.4	229.11	\$10,813.90

Fuente: Monitoreo de campo y Área técnica

Tabla 56:

Costo alquiler 12 volquetes/Día – Con demoras

TURNO DIA CON DEMORAS									
<i>N</i>	<i>COSTO</i>		<i>COSTO</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>COSTO</i>
<i>VIAJES</i>	<i>\$/h</i>	<i>IGV</i>	<i>\$/</i>	<i>Ida</i>	<i>Retorno</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>\$/</i>
		<i>\$/</i>	<i>IGV</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(h.)</i>	<i>\$/</i>
264	\$40.00	\$7.20	\$47.20	28.36	28.36	56.72	14974.1	249.57	\$11,779.61

Fuente: Monitoreo de campo y Área técnica.

Al realizar la comparación entre los costos finales del ciclo de carguío inicial, y el final ya con la velocidad cambiada en el tramo N° 04, obtenemos una diferencia de 965.71 dólares, solamente en el turno “Día”.

Tabla 57:

Costo alquiler 12 volquetes/Noche – Sin demoras

TURNO NOCHE SIN DEMORAS									
<i>N</i>	<i>COSTO</i>		<i>COSTO</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>TIEMPO</i>	
<i>VIAJES</i>	<i>\$/h</i>	<i>IGV</i>	<i>\$</i>	<i>Ida</i>	<i>Retorno</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>COSTO</i>
		<i>\$</i>	<i>IGV</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(h.)</i>	<i>\$</i>
266	\$40.00	\$7.20	\$47.20	28.76	28.76	57.52	15185.28	253.09	\$11,945.75

Fuente: Monitoreo de campo y Área técnica.

Tabla 58:

Costo alquiler 12 volquetes/Noche – Con demoras

TURNO NOCHE CON DEMORAS									
<i>N</i>	<i>COSTO</i>		<i>COSTO</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>CICLO</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>TIEMPO</i>	
<i>VIAJES</i>	<i>\$/h</i>	<i>IGV</i>	<i>\$</i>	<i>Ida</i>	<i>Retorno</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>	<i>COSTO</i>
		<i>\$</i>	<i>IGV</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(min)</i>	<i>(min.)</i>	<i>(h.)</i>	<i>\$</i>
266	\$40.00	\$7.20	\$47.20	29.26	29.26	58.52	15449.28	257.49	\$12,153.43

Fuente: Monitoreo de campo y Área técnica.

En el turno “Noche”, se realizó el mismo procedimiento, al realizar la comparación entre ambos costos obtenemos una diferencia de 207.68 dólares, en este turno, no se aplicó la propuesta de optimización, solo se corrigieron algunos percances que generaban tiempos mínimos de demora.

Después de realizar todo el procedimiento para definir costos y tiempos finales, sumamos los resultados del turno “Día” y “Noche”, obteniendo como resultado que aplicando una propuesta de optimización en el ciclo de carguío y

solucionando problemas que generan pequeñas demoras en el mismo, podemos ahorrar en el alquiler de 12 equipos en el periodo de 5 días un aproximado de 1, 173.39 dólares.

Aplicando lo descrito en este trabajo de investigación, en los 20 equipos podemos reducir costos considerablemente. El costo por alquiler de cada equipo que se consideró incluye operador, combustible e IGV.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los resultados del monitoreo a los 12 equipos de carguío de mineral del tajo al Pad de lixiviación durante 5 días muestran algunos problemas de demora, los cuales causan retrasos mínimos. Con la información que se obtuvo en el monitoreo inicial se pudo identificar las demoras, originadas por problemas con la excavadora que a su vez generaba cola de volquetes; la distracción de los operadores al momento de manejar los equipos también estaba influyendo en el tiempo total del ciclo de cada volquete.

Al realizar el reconocimiento de campo, se identificó la ruta de carguío y acarreo, que fue dividida en 7 tramos, en la cual se pudo notar que el tramo N° 04, conocido también como Haul Road presentaba las condiciones necesarias para aplicar una mejora en la velocidad de retorno de cada volquete, con lo cual se obtendría un menor ciclo de acarreo; y, por ende, un mayor rendimiento. Todo esto debido a que es una zona plana (+0.034%) en la cual se pueden alcanzar velocidades de 50 Km/h.

Se realizó un segundo monitoreo, aplicando la propuesta de optimización de tiempos en el tramo N° 04, en el cual se aumentó la velocidad del volquete en su retorno(vacío) de un 43.11 Km/h a un 45.22 Km/h. Esta mejora, permitió disminuir el tiempo del ciclo de carguío de 28.36 minutos a 25.53 minutos. Esta propuesta solo se aplicó en el turno “Día”, ya que en el turno “Noche” no se presentó problemas que generaran demoras con tiempos prolongados, las que se identificaron fueron solucionadas y en el segundo monitoreo se obtuvieron mejores resultados.

Al finalizar el análisis del segundo monitoreo, se obtuvieron datos satisfactorios en relación al tiempo del ciclo, para comprobar nuestra hipótesis de reducción de costos se continuó con el cálculo de los mismos, utilizando la información proporcionada por el área técnica de mina y los datos del tiempo del monitoreo inicial y del final (aumento 2km/h en el tramo N° 04).

Los 12 volquetes realizaron un total de 530 viajes, según los datos proporcionados, el costo de alquiler de cada volquete oscila entre los \$40.00 por hora incluyendo combustible y operador, más el IGV. Es decir, el alquiler de 1 volquete esta un promedio de \$47.20 la hora. Esta información nos sirvió para calcular el costo de los 12 equipos en el turno “Día” y “Noche” según el tiempo que han estado operativos. Al realizar los cálculos respectivos, se obtuvo como resultado una reducción en los costos de \$965.71, en el turno “Día”. En el turno “Noche” una reducción de \$207.68, Si sumamos el total, se obtuvo una reducción final de costos de \$1,173.39.

4.2 Conclusiones

Se evaluó el ciclo de carguío y acarreo del tajo al Pad de lixiviación, identificando las demoras que generan los tiempos muertos, en este caso son mínimos en el turno noche, y se generan debido a problemas en la excavadora, que a su vez genera cola de volquetes sumando un total de 15 minutos con 5 segundos (turno día) y 5 minutos con 5 segundos (turno noche); también se identificó otro factor de demora el cual se relaciona con las distracciones del operador al momento de manejar los volquetes sumando un total de 6 minutos con 42 segundos y 3 minutos con 5 segundos en el turno día y noche respectivamente, estos problemas fueron corregidos y los resultados se muestran en el segundo monitoreo.

Así mismo, en el turno Día se corrigieron los problemas de demora y se implementó una propuesta de optimización, aplicado a un tramo específico conocido como Haul Road, el cual presenta las condiciones adecuadas para poder aumentar la velocidad en el retorno de los volquetes.

Se estableció tiempos promedio para el ciclo total de carguío de mineral del tajo al Pad de lixiviación con y sin demora siendo 56.72 y 52.07 minutos respectivamente para el turno día, para el turno noche 58.52 y 57.52 minutos.

La optimización del ciclo de carguío y acarreo, originó una reducción de costos considerable, la cual permitió reducir en 1,173.39 dólares los costos que demandaba esta etapa, haciendo un estimado de una reducción mensual de \$7,040.34.

REFERENCIAS

Angel, J. (2016). *La variación y su significado*. Revista Universidad EAFIT, 45(101), pp.94 y 95.

Baldeón, Z. (2011). *Gestión en las operaciones de transporte y Acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A.* (tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Definición e interpretación de la desviación estándar, recuperado de:
<http://kimera.com/RLCF/RECURSOS/BIBLIOTECA%20CAFETERA/N%20%20ASPECTOS%20FINANCIEROS/desviacion%20estandar.pdf>

Factores de análisis del sistema de carguío, recuperado de:
<https://yomineria.jimdo.com/mineria/carguio-y-transporte/factores-de-an%C3%A1lisis-del-sistema-de-cargu%C3%ADo/>

Llalahui, E. (2016). *Mejoramiento de carguío y acarreo de mineral en la U.E.A Mina Breapampa - CIA Minera Buenaventura S.A.A.* (tesis pregrado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

Manual de especificaciones técnicas Mercedes Benz Actros, recuperado de:
<http://www.vemaequip.pe/productos/brochure/volquete-15-m3.pdf>

Marín, C. (2015). *Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcillas al utilizar un diseño de lastre adecuado, minera Yanacocha*. (tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Martos, J., & Yopla, W. (2018). *Influencia del tiempo real del ciclo de carguío y acarreo de mineral en los ingresos desde el banco 3300 hasta la fase 4, en el proyecto minero el toro*. (tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Mauricio, G. (2015). *Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca*. (Tesis magister de Ciencias de la Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Palella, S. & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*, Florencia, Venezuela. Recuperado de <https://www.docsity.com/es/disenio-tipo-nivel-y-modalidad-de-palella-y-martins/2733947/>

Ragas, V. (2012). *Reducción de costos de acarreo y transporte en la Compañía Minera Poderosa S.A., luego de ejecutado el “Proyecto Aurora”*. (tesis pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

- Riveros, J. (2016). *Cálculo de la productividad máxima por hora de los volquetes en el transporte minero subterráneo en la unidad minera Arcata*. (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Villalobos, M. (2015). *Propuesta de mejora del sistema de carguío y acarreo para reducir los costos del área de operaciones de una unidad minera*. (tesis pregrado). Universidad Privada del Norte.
- Vargas, R. (2009). La Investigación aplicada: *una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Vol. (33), p.161.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Ficha de datos de tiempos promedio – Horometro/Turno Día

Fecha	Volq.	Prom. Maniobra-A	Prom. de Carguío	Prom. de T1A	Prom. de T2A	Prom. de T3A	Prom. de T4A	Prom. de T5A	Prom. de T6A	Prom. de T7A	Prom. Maniobra B	Prom. Descarga	Prom. de T7B	Prom. de T6B	Prom. de T5B	Prom. de T4B	Prom. de T3B	Prom. de T2B	Prom. de T1B
12-may	CH-01																		
12-may	CH-08																		
12-may	CH-19																		
Total 12/05/2017																			
13-may	CH-04																		
13-may	CH-05																		
Total 13/05/2017																			
14-may	CH-18																		
14-may	CH-21																		
14-may	CH-23																		
Total 14/05/2017																			
15-may	CH-15																		
15-may	CH-24																		
Total 15/05/2017																			
16-may	CH-14																		
16-may	CH-17																		
Total 16/05/2017																			
Total general																			

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO N° 02: Ficha de datos de tiempos promedio – Horometro/Turno Noche

Fecha	Volq.	Prom. Maniobra-A	Prom. de Carg uío	Prom. de T1A	Prom. de T2A	Prom. de T3A	Prom. de T4A	Prom. de T5A	Prom. de T6A	Prom. de T7A	Prom. Maniobra B	Prom. Descarga	Prom. de T7B	Prom. de T6B	Prom. de T5B	Prom. de T4B	Prom. de T3B	Prom. de T2B	Prom. de T1B
12-may	CH-01																		
12-may	CH-08																		
12-may	CH-19																		
Total 12/05/2017																			
13-may	CH-04																		
13-may	CH-05																		
Total 13/05/2017																			
14-may	CH-18																		
14-may	CH-21																		
14-may	CH-23																		
Total 14/05/2017																			
15-may	CH-15																		
15-may	CH-24																		
Total 15/05/2017																			
16-may	CH-14																		
16-may	CH-17																		
Total 16/05/2017																			
Total general																			

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO N° 03: Ficha resumen de datos de campo por equipo

CH-01	Tiempo <i>Min</i>	Distancia <i>m</i>	Velocidad <i>Km/h</i>	Pendiente <i>%</i>
Maniobra C				
Carguío				
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
Maniobra D				
Descarga				
T7				
T6				
T5				
T4				
T3				
T2				
T1				
Ciclo		min		

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO N° 04: Ficha de análisis tiempo- velocidad Tramo N° 04

Ida (Cargado)					
Fecha	Volq.	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Ciclo min.
	CH-01				
12-may	CH-08				
	CH-19				
	CH-04				
13-may	CH-05				
	CH-18				
	CH-21				
14-may	CH-23				
	CH-15				
15-may	CH-24				
	CH-14				
16-may	CH-17				
	Promedio				

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO N° 05: Ficha de análisis tiempo- velocidad Tramo N° 04

Retorno (Vacío)					
Fecha	Volq.	Tiempo Min	Distancia m	Velocidad Km/h	Ciclo min.
12-may	CH-01				
	CH-08				
	CH-19				
13-may	CH-04				
	CH-05				
	CH-18				
14-may	CH-21				
	CH-23				
	CH-15				
15-may	CH-24				
	CH-14				
16-may	CH-17				
	Promedio				

Fuente: Recolección de información de tiempos en campo.

ANEXO N° 06: Ficha de análisis de costo por ciclo/Día

TURNO DIA									
N VIAJES	COSTO \$/h	IGV \$	COSTO \$ IGV	CICLO Ida (min.)	CICLO Retorno (min.)	CICLO TOTAL (min)	TIEMPO TOTAL (min.)	TIEMPO TOTAL (h.)	COSTO \$
SIN DEM.									
CON DEM.									

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 07: Ficha de análisis de costo por ciclo/Noche

TURNO NOCHE									
N VIAJES	COSTO \$/h	IGV \$	COSTO \$ IGV	CICLO Ida (min.)	CICLO Retorno (min.)	CICLO TOTAL (min)	TIEMPO TOTAL (min.)	TIEMPO TOTAL (h.)	COSTO \$
SIN DEM.									
CON DEM.									

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 08: Formulas de tiempo, velocidad y costos del ciclo.

- **MEDIDAS NUMÉRICAS:**

- ✓ **Promedio datos Tramo N° 04:**

Tiempo = promedio Σ (12 de mayo – 16 de mayo)

Velocidad = promedio Σ (12 de mayo – 16 de mayo)

- ✓ **Desviación estándar datos Tramo N° 04:**

Justamente la desviación Estándar, en un conjunto de datos, una medida de dispersión, que nos indica cuánto pueden alejarse los valores respecto al promedio (media), por lo tanto, es útil para buscar probabilidades de que un evento ocurra.

En este caso nos permite ver el margen de variabilidad que ha ocurrido en los datos medidos con relación al tiempo y velocidad de los 12 volquetes solo en el tramo N°04.

Tiempo = DESVEST.M Σ (12 de mayo – 16 de mayo)

Velocidad = DESVEST.M Σ (12 de mayo – 16 de mayo)

- ✓ **Coefficiente de variación datos Tramo N° 04:**

El coeficiente de variación está definido como la relación entre la desviación estándar y la media aritmética de los datos, es una medida comparativa muy importante para la dispersión entre 2 poblaciones.

En este trabajo de investigación nos sirvió para identificar la variabilidad de la dispersión de datos del tramo N° 04 antes y después de aplicada la propuesta de optimización de tiempos correspondientes a la velocidad.

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Desviación estándar} \times 100}{\text{Promedio}}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Desviación estándar} \times 100}{\text{Promedio}}$$

✓ **Costos:**

$$\text{Costo IG\text{V}} = \text{Costo/h} \times 0.18$$

$$\text{Ciclo Total} = \text{C. Ida} + \text{C. Retorno}$$

$$\text{Tiempo Total (min.)} = \text{N. Viajes} \times \text{Ciclo Total}$$

$$\text{Tiempo Total (h)} = \frac{\text{Tiempo Total (ciclo/ min.)}}{60}$$

$$\text{Costo Total} = \text{Tiempo Total(h)} \times \text{Costo IG\text{V}}$$

ANEXO N° 09: Resumen carguío y acarreo en los 5 días de monitoreo – Turno Día

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 12/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
DIA	CH-01	TAJO	PAD	20	644.98
DIA	CH-08	TAJO	PAD	22	710.96
DIA	CH-19	TAJO	PAD	20	644.98
TOTAL				62	2000.92

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 13/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
DIA	CH-04	TAJO	PAD	22	660.28
DIA	CH-05	TAJO	PAD	22	660.28
TOTAL				44	1320.56

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 14/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
DIA	CH-18	TAJO	PAD	20	632.16
DIA	CH-21	TAJO	PAD	24	733.08
DIA	CH-23	TAJO	PAD	21	662.45
TOTAL				65	2027.69

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 15/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
DIA	CH-15	TAJO	PAD	27	825.89
DIA	CH-24	TAJO	PAD	21	655.04
TOTAL				48	1480.93

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 16/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
DIA	CH-04	TAJO	PAD	20	663.8
DIA	CH-05	TAJO	PAD	25	808.94
TOTAL				45	1472.74

Fuente: Arrea técnica de mina.

ANEXO N°10: Resumen carguío y acarreo en los 5 días de monitoreo – Turno Noche

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 12/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
NOCHE	CH-01	TAJO	PAD	16	512.82
NOCHE	CH-08	TAJO	PAD	15	478.68
NOCHE	CH-19	TAJO	PAD	16	512.82
TOTAL				47	1504.32

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 13/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
NOCHE	CH-04	TAJO	PAD	25	706.04
NOCHE	CH-05	TAJO	PAD	25	701.12
TOTAL				50	1407.16

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 14/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
NOCHE	CH-18	TAJO	PAD	25	747.12
NOCHE	CH-21	TAJO	PAD	26	779.68
NOCHE	CH-23	TAJO	PAD	25	748.88
TOTAL				76	2275.68

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 15/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
NOCHE	CH-15	TAJO	PAD	22	726.95
NOCHE	CH-24	TAJO	PAD	21	692.86
TOTAL				43	1419.81

Fuente: Arrea técnica de mina.

➤ RESUMEN DE CICLO DE CARGUIO Y ACARREO 16/05/19

TURNO	EQUIPO	ORIGEN	DESTINO	N VIAJES	TONELADAS
NOCHE	CH-04	TJAYC	PAD	36	1106.52
NOCHE	CH-05	TJAYC	PAD	14	427.47
TOTAL				50	1533.99

Fuente: Arrea técnica de mina.

ANEXO 11: Ficha técnica del volquete Mercedes Benz Actros

Motor		Transmisión	
Modelo	OM 501 LA Euro III	Embrague	MFZ 400
Tipo	6 cilindros en V, con Turbo e Intercooler.		Bi disco Seco servo asistido
Potencia	320 kW (435 Cv) @ 1800 rpm	Caja de cambios	G 240 - 16 / 11.7-0 .69 con mando Telligent
Par Motor	2100 Nm @ 1080 rpm	Marchas sincronizadas	16 con Sistema Telligent EPS II
Cilindrada total	11,946 cc		
Consumo específico	188 g/kWh @ 1300 rpm	Con Telligent EPS II el conductor puede acoplar las marchas de forma cómoda y sin esfuerzo, lo que repercute en su estado físico. Al mismo tiempo, una selección de marchas óptima proporciona un modo de conducir económico y reduce el consumo de combustible. Columna de Dirección ajustable en altura e inclinación.	
Alternador (V/A)	28 / 80		
Batería (V/Ah)	2 x 12 / 165		
Freno Motor	Top Brake (Compresión a las válvulas).		
Desempeño del Vehículo		Ejes	
Reducción	6.000	Eje Delantero	MB VL 5/1D - 9
Velocidad máxima	98 Km/h	1er Eje Trasero	MB HD 7/ 053 DGS - 16
Pendiente superable con 41,000 Kg	40.8% (Máxima en el arranque)	2do Eje Trasero	MB HL 7/ 053 DS - 16
Pendiente superable con 41,000 Kg	56.7% (Máxima en el marcha)	Reducción eje Trasero	i = 6.000 con reductor de cubos
Toma de Fuerza			Bloqueo de diferencial longitudinal y transversal en el eje trasero.
MB NA 131 - 2C	Montada en el árbol primario del cambio y propulsada por un grupo de engranajes rectos.		
Chasis		Suspensión	
Llantas	8.5 x 24"	Delantera	Muelles Parabólicos de 04 hojas
Neumáticos Delanteros	12.00 R 24 PR 16		Capacidad: 9,000 Kg
Neumáticos Traseros	12.00 R 24 PR 16	Trasera	Muelles Parabólicos
Dirección Hidráulica	LS 6 / LS 8		Capacidad: 18,000 x 2 Kg (36,000 Kg total)
Tanque Combustible	1 x 400 Lts acero * con colador y tapa seguro		
	Tanque adicional : Opcional bajo pedido.	Con estabilizador en el 1er eje y 2do eje trasero (reforzado).	
Pesos y Capacidades			
Vacío sin carrocería *		Pesos Admisibles	
Eje Delantero	4,882 Kg	Capacidad Eje Delantero	9,000 Kg
1er Eje Trasero	2,314 Kg	Capacidad 1er Eje Trasero	16,000 Kg
2do Eje Trasero	2,314 Kg	Capacidad 2do Eje Trasero	16,000 Kg
Total	9,510 Kg	Peso Bruto Vehicular (PBV)	41,000 Kg
Capacidad de Carga	31,490 Kg *		
* Sin carrocería o implemento, con rueda de repuesto, sin conductor, sin herramientas.			
Sistema de Frenos Telligent	Cuenta con tambor en todas las ruedas. Opcional bajo pedido: Retardador hidráulico Voith R 155.		
	El Sistema Telligent proporciona una alta desaceleración por frenado, amonización de la distribución de presión de frenado y del desgaste de forro de freno, regulaciones precisas de ABS / ASR desconectables, así como una división conveniente del trabajo de frenado sobre el vehículo en todas las condiciones de carga.		
	Secador calefactable de aire comprimido.		
	Bloqueo de rodillos		

ANEXO 12: Fotos que corresponden al trabajo de campo.



Foto N° 01: Volquete Mercedes Benz en pleno ciclo de carguío y acarreo.



Foto N° 02: Volquete Mercedes Benz en espera.



Foto N° 03: Maquinaria de línea amarilla en el Tajo.



Foto N° 04: Volquete Mercedes Benz en pleno ciclo de carguío y acarreo.