

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas**



**TESIS PROFESIONAL**

**CÁLCULO DE LA FLOTA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA  
OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DIARIA EN EL TAJO CIÉNAGA NORTE –  
COIMOLACHE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:  
Bach. Amós Malimba Vargas**

**ASESOR:  
Ing. Roberto Gonzales Yana**

**Cajamarca – Perú**

**- 2019 -**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme acogido por cinco años en sus aulas y formarme como profesional; agradezco a los docentes de la EAPIM por sus enseñanzas en todo el trayecto de mi vida universitaria; en particular, a mi asesor el ingeniero Roberto Gonzales Yana por su apoyo en el desarrollo de la Tesis.

De la misma manera mi agradecimiento a todo el equipo de ingenieros que trabajan en el Proyecto de Carguío y Transporte de Materiales en el Tajo Ciénaga Norte - Coimolache, de manera exclusiva al ingeniero Julio Córdova G. por promover y permitir que éste estudio se lleve a cabo.

Un reconocimiento especial al ingeniero Óscar Reyes Novoa porque gracias a su asesoramiento técnico, se ha podido encaminar la ejecución de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes lucharon sabiamente para formarme y pueda enfrentar incansablemente los avatares de la vida; gracias a ustedes, hoy puedo lograr mis metas.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIACIONES</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. Antecedentes teóricos de la investigación</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	<b>5</b>
2.2.1. Movimiento de tierras .....	5
2.2.2. Sistema de carguío y transporte en minería .....	7
2.2.3. Ciclo de carguío y transporte .....	10
2.2.4. Factores que condicionan el ciclo de carguío y transporte .....	12
2.2.5. Términos relacionados a la utilización del equipo.....	12
2.2.6. Rendimiento .....	15
2.2.7. Factor de acoplamiento (FA).....	15
<b>2.3. Definición de términos básicos</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1. Ubicación de la investigación</b> .....	<b>20</b>
3.1.1. Ubicación geográfica .....	20

	Pág.
3.1.2. Accesibilidad.....	20
<b>3.2. Metodología de la investigación .....</b>	<b>21</b>
3.2.1. Tipo, nivel, diseño y método de la investigación.....	21
3.2.2. Definición de variables .....	22
<b>3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>24</b>
3.3.1. Técnicas .....	24
3.3.2. Instrumentos, materiales y equipos.....	24
<b>3.4. Procedimientos.....</b>	<b>24</b>
3.4.1. Etapa Preliminar de Gabinete .....	24
3.4.2. Etapa de Campo .....	25
3.4.3. Etapa Final de Gabinete .....	25
<b>3.5. Geología.....</b>	<b>25</b>
3.5.1. Geología local .....	25
3.5.2. Geología estructural .....	26
3.5.3. Geología del yacimiento .....	26
<b>3.6. Operaciones mina.....</b>	<b>26</b>
3.6.1. Perforación.....	26
3.6.2. Voladura .....	27
3.6.3. Carguío.....	28
3.6.4. Transporte .....	30
3.6.5. Servicios auxiliares.....	33
<b>3.7. Descripción panorámica en el año 2017 .....</b>	<b>35</b>
3.7.1. Plan de minado.....	35
3.7.2. Tiempos.....	37
3.7.3. Distancias en el transporte de mineral y desmonte .....	41
3.7.4. Disponibilidad mecánica y utilización.....	42
3.7.5. Carguío y transporte en operación de voladura .....	43
3.7.6. Factores que incrementan tiempo del ciclo de carguío y transporte .....	44
3.7.7. Transporte realizado en los meses agosto - noviembre.....	52
<b>3.8. Estimación de flota de equipos.....</b>	<b>54</b>
3.8.1. Estandarización del tiempo del ciclo de carguío y transporte.....	54
3.8.2. Cálculo de flota de carguío y transporte mediante factor de acoplamiento .....	66
3.8.3. Cumplimiento de producción programada con una excavadora.....	70

	Pág.
3.8.4. Número de equipos de la flota en campo para optimizar la producción.....	70

#### **CAPÍTULO IV**

<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
<b>4.1. Relación de equipos o factor de acoplamiento.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2. Factores influyentes en el tiempo del ciclo.....</b>	<b>75</b>
<b>4.3. Tiempos muertos.....</b>	<b>78</b>
4.3.1. Para la excavadora.....	78
4.3.2. Para los volquetes.....	78
<b>4.4. Optimización de la producción.....</b>	<b>79</b>
4.4.1. Número de equipos y tiempo requerido.....	79
4.4.2. Para producción.....	81
<b>4.5. Contrastación de la hipótesis.....</b>	<b>82</b>

#### **CAPÍTULO V**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>5.1. Conclusiones.....</b>	<b>83</b>
<b>5.2. Recomendaciones.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables .....	23
Tabla 2. Equipos de carguío de Multiservicios El Imperio en el año 2017 .....	30
Tabla 3. Equipos de transporte de Multiservicios El Imperio en el año 2017 .....	33
Tabla 4. Parámetros de diseño del tajo Ciénaga Norte .....	35
Tabla 5. Parámetros de diseño del DME.....	35
Tabla 6. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de agosto del año 2017.....	36
Tabla 7. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de septiembre del año 2017.....	36
Tabla 8. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de octubre del año 2017 .....	36
Tabla 9. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de noviembre del año 2017 .....	36
Tabla 10. Modelo de tabla para toma de datos de tiempos de carguío .....	37
Tabla 11. Resumen de tiempos de carguío en el año 2017 .....	38
Tabla 12. Modelo de tabla para toma de datos de tiempo de descarga.....	38
Tabla 13. Tiempo de descarga en el PAD de agosto a noviembre del año 2017.....	39
Tabla 14. Tiempo de descarga en el DME de agosto a noviembre del año 2017 .....	39
Tabla 15. Modelo de tabla para toma de datos de tiempos de transporte .....	40
Tabla 16. Tiempo de transporte hacia el PAD de agosto a noviembre en el año 2017. 40	
Tabla 17. Tiempo de transporte hacia al DME de agosto a noviembre en el año 2017. 40	
Tabla 18. Tiempos del ciclo hacia el PAD de agosto a noviembre en el año 2017.....	41
Tabla 19. Tiempos del ciclo hacia el DME de agosto a noviembre en el año 2017 .....	41
Tabla 20. Distancias de la vía tajo – PAD de agosto a noviembre del año 2017.....	42
Tabla 21. Distancia de la vía tajo - DME de agosto a noviembre del año 2017.....	42
Tabla 22. Disponibilidad mecánica y utilización de equipos de Buenaventura.....	43
Tabla 23. Voladuras en Ciénaga Norte de agosto a noviembre del año 2017 .....	44
Tabla 24. Tiempo del primer pase de carguío a un carril y doble carril en el año 2017..	46
Tabla 25. Material transportado en agosto del año 2017 .....	53
Tabla 26. Material transportado en septiembre del año 2017 .....	53
Tabla 27. Material transportado en octubre del año 2017.....	53
Tabla 28. Material transportado en noviembre del año 2017 .....	53
Tabla 29. Costo total de carguío y transporte de agosto a noviembre del año 2017.....	53
Tabla 30. División de polígonos considerando ley de Au.....	55
Tabla 31. Velocidades estándar de los volquetes de acuerdo a las pendientes .....	58

	Pág.
Tabla 32. Tiempo estimado para transporte de estéril en agosto del año 2017.....	59
Tabla 33. Tiempo estimado para transporte de estéril en septiembre del año 2017 .....	59
Tabla 34. Tiempo estimado para transporte de estéril en octubre del año 2017 .....	60
Tabla 35. Tiempo estimado para transporte de estéril en noviembre del año 2017.....	60
Tabla 36. Tiempo estimado para transporte de mineral en agosto del año 2017 .....	61
Tabla 37. Tiempo estimado para transporte de mineral en septiembre del año 2017 ...	62
Tabla 38. Tiempo estimado para transporte de mineral en octubre del año 2017.....	63
Tabla 39. Tiempo estimado para transporte de mineral en noviembre del año 2017 ...	64
Tabla 40. Tiempo estimado para transporte de mineral y estéril en el 2017.....	64
Tabla 41. Tiempo estandarizado de carguío y transporte de mineral para el año 2017..	65
Tabla 42. Tiempo estandarizado de carguío y transporte de estéril para el año 2017...	65
Tabla 43. Densidad y factor de carga de agosto a noviembre en el año 2017 .....	67
Tabla 44. Cálculos para transporte de mineral de agosto a noviembre del año 2017...	69
Tabla 45. Cálculos para transporte de estéril de agosto a noviembre del año 2017 .....	69
Tabla 46. Tiempos de carguío óptimo de agosto a noviembre del año 2017.....	70
Tabla 47. Equipos en campo de acuerdo a diseño de flota para el año 2017.....	71
Tabla 48. Equipos para transporte de mineral y estéril: agosto - noviembre del 2017..	75
Tabla 49. Acciones para minimizar factores influyentes en el tiempo del ciclo.....	77
Tabla 50. Equipos en campo de acuerdo a diseño de agosto a noviembre del 2017 ....	80
Tabla 51. Tiempo requerido para cumplir la producción programada en el año 2017 .	80
Tabla 52. Costos y producción en los meses de agosto a noviembre del año 2017.....	81
Tabla 53. Ahorro generado de agosto a noviembre del año 2017.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ilustración del esponjamiento (Cruzat, 2008) .....	7
Figura 2. Tiempo de giro - carguío a doble carril (Checya, 2015) .....	8
Figura 3. Tiempos por pase (Checya, 2015) .....	9
Figura 4. Ciclo de Carguío y Transporte (Cruzat, 2008) .....	10
Figura 5. Diagrama de horas utilizadas en los equipos (Saldaña, 2013) .....	13
Figura 6. Dimensiones de la excavadora hidráulica CAT 336D L (Caterpillar, 2018) .	29
Figura 7. Dimensiones de los volquetes Volvo FMX 440/480 6X4R (Volvo, 2018)..	32
Figura 8. Plan de minado Ciénaga Norte (PERUMIN, 2015) .....	49
Figura 9. Maniobra de carga en el tajo Ciénaga Norte .....	55
Figura 10. Maniobra de descarga en el PAD y DME.....	56
Figura 11. Herramienta de diseño de flotas (Modificado de Gómez, 2011).....	68

## ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Área perforada en el nivel 3932 tajo Ciénaga Norte .....	27
Foto 2. Carguío a un carril y doble carril en el tajo Ciénaga Norte.....	28
Foto 3. Excavadora CAT 336D L en operación en Ciénaga Norte .....	30
Foto 4. Volquete volvo de Multiservicios El Imperio en Ciénaga Norte.....	31
Foto 5. Tractor CAT D6 empujando desmonte en el DME .....	34
Foto 6. Motoniveladora limpiando vía de transporte en el ingreso al DME .....	34
Foto 7. Vía de transporte con lodo en el tajo Ciénaga Norte.....	45
Foto 8. Un solo carril de ingreso al punto de carguío en el tajo Ciénaga Norte .....	45
Foto 9. Frente de carguío con hendiduras en el tajo Ciénaga Norte .....	47
Foto 10. Acumulación de volquetes en el DME .....	48
Foto 11. Generación de polvo en el Haul Road .....	50
Foto 12. Floteo de un comunero en la vía hacia el PAD.....	51
Foto 13. Presencia de bolonería en el tajo Ciénaga Norte .....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Curva de Producción Teórica y Real (Gómez, 2011) .....	16
Gráfica 2. Mayor Producción y Menor Costo no coincidentes (Gómez, 2011) .....	17
Gráfica 3. Eficiencia y Factor de Acoplamiento (Gómez, 2011).....	17
Gráfica 4. Factor de acoplamiento para mineral de agosto a noviembre del año 2017 .....	72
Gráfica 5. Factor de acoplamiento para estéril de agosto a noviembre del año 2017 .	72
Gráfica 6. Producción: excavadora - programada, de agosto a noviembre del 2017 .	73
Gráfica 7. Cumplimiento de la producción de mineral de agosto a noviembre del 2017 .....	74
Gráfica 8. Cumplimiento de la producción de estéril de agosto a noviembre del 2017 .....	74
Gráfica 9. Tiempos de carguío y transporte de mineral de agosto a noviembre del 2017 .....	75
Gráfica 10. Tiempos de carguío y transporte de estéril de agosto a noviembre del 2017 .....	76
Gráfica 11. Distribución de tiempos de la excavadora CAT 336D L en el año 2017 ...	78
Gráfica 12. Incremento del tiempo del ciclo Tajo - PAD por colas en el año 2017.....	79
Gráfica 13. Incremento del tiempo del ciclo Tajo - DME por colas en el año 2017 ....	79
Gráfica 14. Costos unitarios promedio de agosto a noviembre del año 2017 .....	81

## LISTA DE ABREVIACIONES

PAD	: Pila de lixiviación
DME	: Depósito de material estéril
FA	: Factor de acoplamiento o Match Factor
CMC	: Compañía Minera Coimolache
Cía.	: Compañía
CN	: Ciénaga Norte
LOM	: Laboratorio Oficial José María de Madariaga
CAT	: Caterpillar
\$	: Dólar
m	: Metros
km	: Kilómetros
hh:mm:ss	: Horas minutos y segundos
h	: Hora
min	: Minutos
s	: Segundos
HD	: Horas disponibles
HT	: Horas totales
HM	: Horas malogrado
HR	: Horas operativas
D	: Demoras
SB	: Stand by
DM	: Disponibilidad mecánica
UT	: Utilización
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
HP	: Caballos de fuerza
RPM	: Revoluciones por minuto
EXC	: Excavadora
DS	: Decreto supremo
G	: Guardia
Prod.	: Producción
N°	: Número

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el tajo Ciénaga Norte, perteneciente a la Cía. Minera Coimolache, ubicado en el distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. En las operaciones de carguío y transporte se han evidenciado ciertas deficiencias en el acoplamiento de la flota de los equipos de carguío y transporte derivando en una carente optimización de la producción. El objetivo principal es determinar la flota de equipos que optimicen la producción diaria; para lo cual se ha realizado un estudio de tiempos de los ciclos de carguío y transporte; además de elaborar una herramienta de diseño de flotas para el movimiento de tierras que simplifique el dimensionamiento de flota adecuada que reduzca los costos unitarios de carguío y transporte que son los más significativos de los costos mina. Los resultados encontrados indican que el acople entre las unidades de carguío y transporte está en función del tiempo del ciclo de la operación y la producción programada, es así que el acople promedio en los meses de agosto a noviembre del año 2017 hacia el PAD es de 10 unidades de transporte para una unidad de carguío y hacia el DME es de 2 unidades de transporte para 1 unidad de carguío, usando volquetes de 15 m<sup>3</sup> y excavadoras CAT 336D L de 3m<sup>3</sup> de capacidad de cuchara, este acople se adecúa a un diseño de transporte óptimo generando un ahorro de 0.64 \$/ton.

**PALABRAS CLAVES:** Factor de acoplamiento, optimización, tiempo de ciclo, producción, dimensionamiento de flota, costos unitarios.

## **ABSTRACT**

The present investigation was developed in the Ciénaga Norte pit, belonging to the Cía. Minera Coimolache, located in the district of Chugur, province of Hualgayoc, department of Cajamarca. In the loading and transport operations, certain deficiencies have been found in the coupling of the cargo and transport equipment fleet, resulting in a lack of optimization of production. The main objective is to determine the fleet of equipment that optimizes the daily production; for which a study of the loading and transport cycles has been carried out; in addition to developing a fleet design tool for earthmoving that simplifies the sizing of adequate fleet that reduces the unit costs of loading and transport that are the most significant of the mine costs. The results found indicate that the coupling between the loading and transport units is a function of the cycle time of the operation and the scheduled production, so that the average coupling in the months of August to November of the year 2017 towards the PAD is of 10 transport units for a loading unit and to the DME is 2 transport units for 1 loading unit, using 15 m<sup>3</sup> dump trucks and CAT 336D L excavators of 3m<sup>3</sup> bucket capacity, this coupling is adapted to a design of optimal transport generating a saving of \$ 0.64 / ton.

**KEYWORDS:** Coupling factor, optimization, cycle time, production, fleet sizing, unit costs.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Las operaciones de carguío y transporte son materia de diversos estudios en el ámbito minero; pues en la actualidad, debido a la constante oscilación del precio de los metales, las empresas mineras en todo el mundo, están en busca de una mejora continua en todos los procesos productivos; logrando de esta manera continuar con sus operaciones que en otra circunstancia hubiese resultado antieconómico. En efecto; para optimizar, se debe implementar un proceso más eficiente, con mayor capacidad de producción a un menor costo por tonelada, resguardando siempre la integridad del personal involucrado.

El año 2017, las operaciones de carguío y transporte en el tajo Ciénaga Norte fueron encargados a la empresa Multiservicios El Imperio; dichas operaciones aún no han sido materia de estudio; razón por la cual en la operación se incurre en formación de tiempos muertos o tiempos improductivos, el factor de acoplamiento ha sido dispuesto sin seguir un análisis riguroso y por eso se tiene una deficiente optimización de la producción.

Frente a esta situación se plantea la pregunta: ¿Cuál sería la flota de carguío y transporte que permitan optimizar la producción diaria en el tajo Ciénaga Norte – Coimolache? Ante la cual se presenta la siguiente hipótesis: El cálculo de la flota de carguío y transporte para optimizar la producción diaria en el tajo Ciénaga Norte – Coimolache debe ser calculada teniendo en cuenta el factor de acoplamiento adecuado que implica la correcta asociación de los equipos de carguío y transporte, rendimiento y disponibilidad mecánica de los equipos; los factores que intervienen en el tiempo del ciclo de transporte y los tiempos sin uso o tiempos muertos que se generan en el proceso; manteniendo siempre la concordancia con el plan de minado de la Cía. Minera.

El área de estudio para esta tesis está comprendida por el tajo Ciénaga Norte que está ubicado aproximadamente a 85 km de la ciudad de Cajamarca y las vías de transporte

hacia el PAD y DME; dicha área está ubicada en el distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. La investigación es descriptiva y de diseño no experimental transversal.

El estudio tiene como propósito optimizar la producción diaria que es parte del planeamiento de una operación minera, y se ha convertido en una de las ventajas competitivas de este sector con fin de mejorar la rentabilidad de la empresa. A su vez con el desarrollo de esta tesis, se puede tomar decisiones para aumentar la utilización de los volquetes y excavadoras que en consecuencia disminuirá los tiempos muertos de los mismos; la identificación de los factores que intervienen en el cálculo de la flota, servirá para corregirlos y/o mejorarlos dirigiéndonos constantemente a la optimización.

El objetivo general de esta investigación es determinar la flota de carguío y transporte que permita optimizar la producción diaria del minado tajo Ciénaga Norte – Coimolache y los objetivos específicos son determinar la relación correcta entre los equipos de carguío y equipos de transporte, determinar los factores que influyen en el ciclo de transporte de la flota de camiones en tajo Ciénaga Norte – Coimolache y reducir la formación de tiempos sin uso o tiempos muertos de las unidades de la flota de carguío y transporte.

La descripción del contenido de los capítulos; para el capítulo I hace referencia al planteamiento, formulación del problema, hipótesis, justificación, delimitación y los objetivos de la investigación. En el capítulo II se presenta el marco teórico con los antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas en las cuales se ha fundamentado la investigación y definición de términos básicos. En el capítulo III se realiza un detalle de los materiales y métodos describiendo la ubicación geográfica de la zona de estudio, el procedimiento a seguir, análisis de datos obtenidos en campo, se realiza además una descripción de las actividades involucradas en la operación de carguío y acarreo en Ciénaga norte en el año 2017 y se estima la flota de equipos para optimizar la producción. En el capítulo IV se realiza el análisis y discusión de resultados, exponiendo los resultados obtenidos contrastándose con la hipótesis y finalmente en el capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado en el estudio de investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes teóricos de la investigación**

Gómez (2011). En un estudio titulado, Dimensionamiento Optimo de Flotas de Equipos para Proyectos de Movimiento de Tierras, concluye que con la elección de una flota apropiada para las condiciones dadas -en un proyecto de Movimiento de Tierras-, los valores de productividad y eficiencia mejoran considerablemente, esto se ve reflejado en una mejor utilización de la maquinaria y en la disminución de tiempos improductivos. Los montos de ahorro en equipos producto de la mejora continua, pueden representar un buen porcentaje del margen final, por lo que su evaluación resulta conveniente e incluso necesaria”.

Bazán (2016). En su tesis sobre, Cálculo del Número de Unidades de la Flota de Camiones en el Tajo Abierto San Gerardo, Perteneciente a la Compañía Minera Atacocha, determina que el objetivo de la operación de carguío y transporte es trasladar el material minado de un lugar a otro a un menor costo. Además, para controlar cualquier actividad esta debe ser medida. Así, este trabajo de investigación demuestra que es factible y viable medir las operaciones del ciclo de transporte y a base de este cálculo hallar el número adecuado de camiones para esta operación minera.

Rodriguez (2013). Realizó el estudio, Modelo Analítico para el Dimensionamiento de Flota de Transporte en Minería a Cielo Abierto: Análisis de Prioridades de Atención según Rendimiento, y concluye que la resolución del problema de dimensionamiento de la flota es independiente entre cada ciclo pala – camión. El modelo analítico desarrollado en esta investigación permite la estimación del tamaño de flota requerido para cumplir una determinada demanda al mínimo costo en términos de tiempos perdidos por esperas en cola. Los rendimientos calculados por el modelo analítico, se consideran como rendimientos efectivos, en términos de que las aleatoriedades asociadas a las tasas de

llegadas de los camiones y las aleatoriedades del proceso de carga son incluidas en la modelación (congestión en el punto de carga)”.

Mauricio (2015). Realizó el estudio, 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, concluyendo que en los análisis del cálculo de los equipos de acarreo requeridos se debe tener mucho cuidado ya que esto va depender muchos de los parámetros de la mina (gradiente, perfil de la ruta, resistencias, tonelaje cargado y/o vacío, velocidad). Se debe tener una data clara en las especificaciones del equipo. El número requeridos de camiones de acarreo está en base a la producción por año tanto mineral o desmonte.

Vidal (2010). Realizó su tesis de pregrado titulado, Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto, donde concluye: Este modelo para el cálculo de camiones puede ser utilizado desde antes que inicie la explotación de la mina, en el inicio, y durante el desarrollo de la misma, en la cual cambiarán los parámetros y se obtendrá nuevos resultados y el cálculo correcto de la flota de camiones, ayuda a mantener en óptimas condiciones la relación \$/ton para el costo de operaciones mina. El exceso o la falta de camiones incurren directamente en los costos unitarios.

Baldeón (2011). Realizó el estudio, Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en la Cía. Minera Condestable, concluyendo que conociendo el ciclo de las operaciones de acarreo y transporte, se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo, así como en la Compañía Minera Condestable, este método puede ser aplicado en otras empresas con similares problemas. No se puede mejorar lo que no se puede medir, la mejor herramienta para la gestión de la operación es el conocimiento de lo que sucede en el campo de una manera precisa y oportuna para tomar acciones correctivas.

Checya (2015). Realizó el estudio, Gestión de la Operación de Equipos de Movimiento de Tierras para Mejorar el Rendimiento de Carguío y Acarreo en la Mina Antapaccay, concluyendo que el dimensionamiento de la flota óptima de acarreo para la excavadora CAT 336, se realizó mediante el análisis del match factor o factor de acoplamiento, en función al costo y la producción.

## **2.2. Bases teóricas**

### 2.2.1. Movimiento de tierras

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras públicas, minería o industria. (Cherné y Gonzales, 1987).

Considerado por algunos como el eje motriz de la minería, ya que se realiza desde la fase de construcción hasta el cierre de los proyectos. En términos generales, hace referencia al conjunto de actuaciones a producirse en un terreno para la ejecución de una obra, que puede llevarse a cabo en forma manual y mecánica. (Saavedra, 2014).

#### 2.2.1.1. Fases del movimiento de tierras en minería

##### a) El arranque

Es la operación que presenta mayor dificultad, porque se trata de pasar un material de su estado natural, en el que lleva muchos años, al de material suelto, de forma que esta nueva situación permita realizar el resto de las fases. (LOM, 2009).

##### b) La carga

Es una fase en la que, comparativamente, las dificultades son menores; consiste en mover el material desde la situación en la que queda en la fase anterior hasta introducirlo, en la mayoría de los casos, dentro de la caja de un volquete, para su transporte. (LOM, 2009).

##### c) El transporte

Es la operación que, a pesar de su aparente facilidad, representa el mayor porcentaje en el coste final por tonelada movida; la razón es simple: se necesitan varias unidades de transporte para absorber toda la carga que es capaz de mover la máquina que efectúa la carga; dicho de otro modo, a pesar del enorme tamaño que han alcanzado los volquetes, aún son, y seguirán siendo, pequeños en relación con los equipos de carga, porque nunca

será rentable fabricar una cargadora que llene el volquete con un solo cucharón. En esta fase cobra una importancia especial las distancias a que se vaya a transportar el material y la diferencia de cotas que deban superar los componentes del equipo de transporte. (LOM, 2009)

#### d) La descarga

Se realiza por el propio volquete, en la mayoría de los casos elevando su caja; en función del material transportado, se hará en una escombrera si es estéril o en una tolva si se trata de la materia prima a transformar. (LOM, 2009).

#### 2.2.1.2. Densidad

La densidad del material que va a moverse corresponde al peso por metro cúbico del material que hay que transportar. (Cruzat, 2008).

La densidad del material afecta la forma de trabajo de los diferentes equipos que trabajan en el movimiento de materiales, así: la manera de cargar de un cargador, el trabajo del arrastre de un tractor o la operación de mantención de caminos de una motoniveladora son afectados por la densidad de los materiales intervenidos. (Cruzat, 2008).

Siempre que se muevan materiales, su densidad será uno de los factores primordiales en la ejecución del trabajo. La densidad afecta incluso la eficiencia en los virajes, maniobras y acarreo de las máquinas, notándose finalmente en los rendimientos de las mismas y en la productividad. (Cruzat, 2008).

En general, mientras mayor sea la densidad de un material, mayor será la potencia requerida para moverlo. (Cruzat, 2008).

#### 2.2.1.3. Factor de esponjamiento

El esponjamiento es la cantidad por la cual el volumen de la roca se expande cuando se somete a una voladura o se excava, y se expresa como porcentaje. El factor de

esponjamiento se utiliza para convertir la densidad o el volumen del banco a densidad o volumen suelto. (Bazán, 2016).

El esponjamiento ha de ser tenido en cuenta para calcular la producción de excavación y dimensionar adecuadamente los medios de transporte necesarios. En todo momento se debe saber si los volúmenes de material que se manejan corresponden al material en banco o al material ya excavado. (Cherné y Gonzales, 1987).

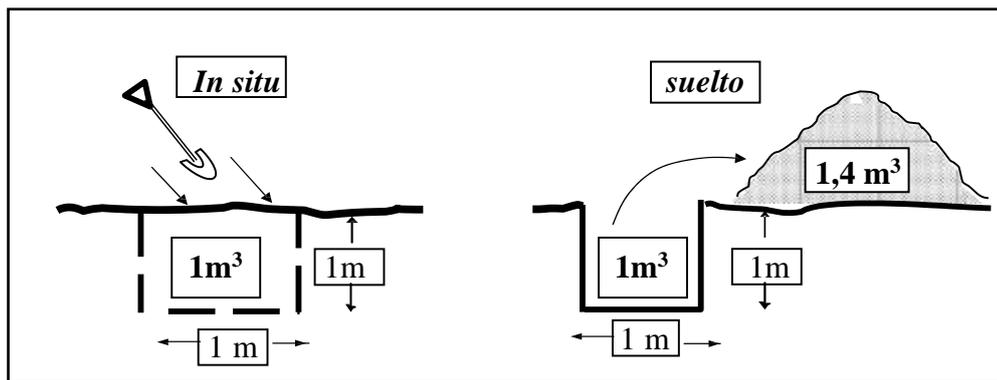


Figura 1. Ilustración del esponjamiento (Cruzat, 2008)

### 2.2.2. Sistema de carguío y transporte en minería

El carguío y el transporte constituyen las acciones que definen la principal operación en una faena minera. Estas son los responsables del movimiento del mineral o estéril que ha sido fragmentado en un proceso de tronadura. (Eyzaguirre, 2018).

#### 2.2.2.1. Carguío

Consiste en la carga de material fragmentado del tajo para conducirlo a los posibles destinos. La operación de carguío involucra el desarrollo de una serie de funciones que aseguran que el proceso se lleve a cabo con normalidad y eficiencia. (Checya, 2015).

Esta etapa del proceso de la explotación minera se ocupa de definir los sectores de carga, las direcciones de carguío (a frentes de carga, posición de equipos de carguío y nivel de pisos) y el destino de los materiales de acuerdo con leyes de clasificación y tonelajes definidas previamente. (Manzaneda, 2015).

El tiempo de carguío tiene dos componentes:

a) Tiempo de cambio o giro

Inicia desde que termina de cargar el camión anterior (al descargar el último pase- toque de bocina), hasta cuando retorna el brazo de la excavadora hacia la carga, en donde da inicio el tiempo de llenado. Según la figura siguiente, el tiempo que lleva desplazar el brazo de la posición "A" hacia "B" (Checya, 2015).

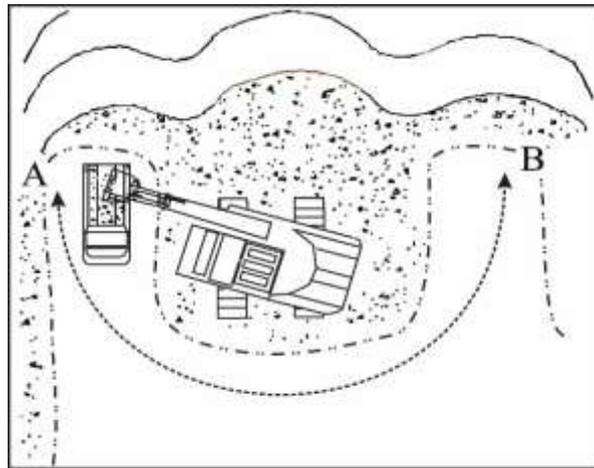


Figura 2. Tiempo de giro - carguío a doble carril (Checya, 2015)

b) Tiempo de llenado

El tiempo de llenado o carguío propiamente dicho, está determinado por la cantidad de pases que conforman la carga total del camión y a su vez por el tiempo que se requiere para completar cada pase. El tiempo por pase está directamente relacionado con las condiciones del material a excavar, la habilidad del operador y otros factores. (Checya, 2015).

Para efectos de buen control del tiempo por pase, las maniobras (M) consideradas son las siguientes; como se muestra en la figura 3. (Checya, 2015).

- ✓ M-1: Recoge la carga (en "B").
- ✓ M-2: Giro con el cucharón lleno (de "B" hacia "C").
- ✓ M-3: Llenado de camión (Descarga, "C").

- ✓ M-4: Giro con el cucharón vacío (de "C" hacia "B").

En el último pase realizado para completar el carguío del camión, solo se consideran las maniobras M-1, M-2 y M-3, ya que al llenar el camión con el último pase se finaliza el ciclo del carguío de cada camión. A partir de la posición "C" del último pase inicia el nuevo ciclo de carguío del camión siguiente. (Checya, 2015).

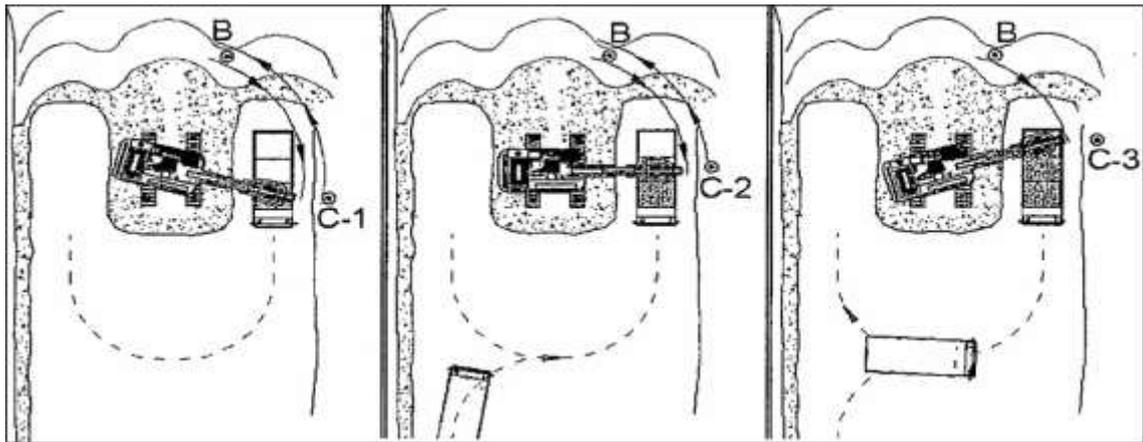


Figura 3. Tiempos por pase (Checya, 2015)

Por lo tanto, el tiempo del ciclo de carguío total está determinado por la suma del tiempo de cambio más el tiempo de llenado.

Un método utilizado en minería que sirve para aumentar la productividad de los equipos de carguío, reduciendo los tiempos de espera de camiones, consiste en el empleo de dos volquetes por excavadora, pudiendo situarse a ambos lados o uno en el mismo nivel, y otro en el inferior. A este trabajo se le denomina carguío a doble carril. (Checya, 2015).

#### 2.2.2.2. Transporte

Consiste en el traslado de material mineralizado y/o estéril desde el yacimiento hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril. Las funciones involucradas en el proceso de transporte son las siguientes: En esta etapa se planifica bien la definición de las rutas de transporte y del destino de los materiales de acuerdo con leyes de clasificación y tonelajes definidas previamente. (Codelco, citado por Rondán 2013).

En la etapa de transporte, se incluye el diseño de la ruta, cuyos criterios más importantes se refieren a la distancia de detención, señales de distancia y velocidad, los que cobran mayor relevancia cuando hay intersecciones, curvas y ubicaciones de descarga. En cuanto a la construcción de las rutas estas contienen material de sub base y pavimentos de calidad y espesor adecuados (dependiendo en parte del proyecto). Para aumentar su seguridad y productividad se utilizan caminos duros, lisos y con buena tracción. (Saavedra, 2014).

### 2.2.2.3. Servicios Auxiliares

A los caminos se les hace mantenimiento. Hay equipos que van sacando las piedras y los van dejando lo más parejos posible. (Larraín, citado por Saavedra 2014).

Uno de los temas relevantes dentro del presupuesto, es que las rutas duren lo más posible ya que las piedras son agentes que desgastan mucho a los vehículos. Para mantener los caminos se usan motoniveladoras, rodillos y camiones aljibe que van lanzando agua para mantener las superficies húmedas y regadas. (Saavedra, 2014).

### 2.2.3. Ciclo de carguío y transporte

En cualquier trabajo de remoción de tierra, las máquinas se adaptan a un ciclo de trabajo determinado. En este ciclo están incluidas las operaciones de carga, acarreo, descarga y retorno al lugar original, con algunas variaciones en ciertos casos. (Cruzata, 2008).

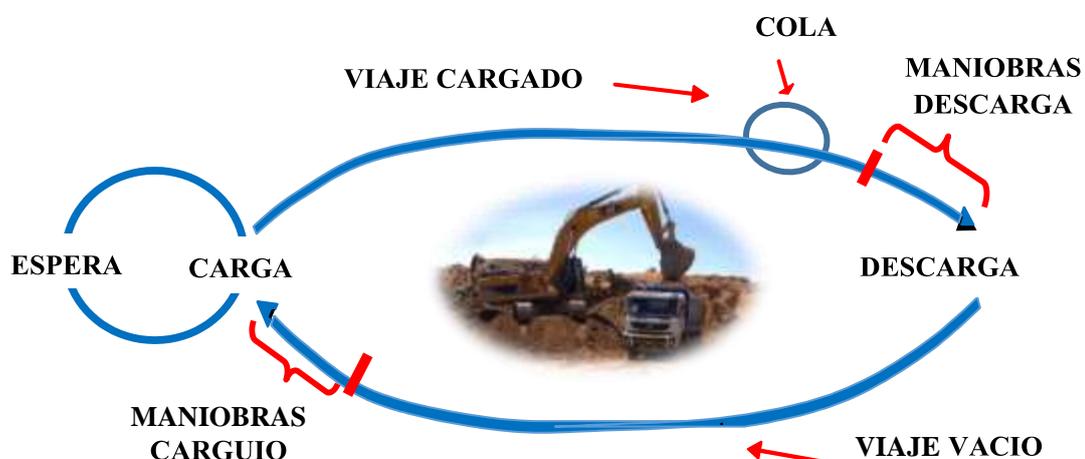


Figura 4. Ciclo de Carguío y Transporte (Cruzata, 2008)

### 2.2.3.1. Tiempos en el carguío y transporte

#### a) Tiempos fijos

Es el que invierte una máquina, durante el ciclo, en todo aquello que no sea acarreo (transporte) y retorno. Incluye el tiempo para cargar, descargar y maniobrar en el curso del trabajo. Todos estos tiempos son más o menos constantes, sea cual sea la distancia a que se lleve o acarree el material. (Cruzat, 2008).

#### b) Tiempos variables

Es el que se necesita para el transporte o, en otras palabras, el tiempo invertido en el camino acarreando el material y regresando vacío, y varía con la distancia hasta la zona de vaciado y la velocidad de los camiones. (Cruzat, 2008).

#### c) Tiempos muertos

En una operación minera; si se tiene un excedente de camiones, se generarán tiempos muertos, pues estos equipos se verán en la obligación de esperar a que se liberen las excavadoras. (Bazán, 2016).

Si el número de camiones fuera menor al que se necesita, entonces las excavadoras tendrían tiempos muertos incrementando el tiempo de ciclo de transporte de los camiones, lo cual se traduce en menor producción horaria y mayor costo por unidad cargada y transportada adicionalmente al costo por tener las excavadoras sin trabajar. (Bazán, 2016).

Saldaña (2013) hace mención a dos casos importantes en los cuales se produce tiempos muertos o tiempos improductivos en las operaciones de carguío y transporte; estos son:

#### i. Equipos de carguío esperando a camiones o hang

Es el tiempo en el cual el equipo de carguío no tiene camiones, transcurrido desde que salió el último camión del equipo de carguío, hasta que le marca auto llegada al próximo camión. (Saldaña, 2013).

## ii. Tiempo de cola o queue time

Es el tiempo en el cual los camiones en el frente de carguío están esperando en cola para ser cargados. Se mide como el porcentaje de tiempo respecto al tiempo operativo del resto de la flota. (Saldaña, 2013).

### 2.2.4. Factores que condicionan el ciclo de carguío y transporte

Cruzat (2008) establece dos grupos de factores condicionantes que se encuentran muy ligados al ciclo de carguío y transporte, estos son: factores para producción y factores para transporte.

#### 2.2.4.1. Factores para producción

Se consideran los siguientes: buena fragmentación, propiedades del material, condiciones mecánicas y eléctricas del equipo, tracción, velocidades y habilidad y eficiencia del operador. (Cruzat, 2008).

#### 2.2.4.2. Factores de transporte

Los factores de transporte o acarreo son: la capacidad de la unidad, distancia de acarreo, condiciones de la carretera y pendientes, resistencia de rodamiento, resistencia a la pendiente, resistencia al viento, resistencia de fricción interna, ciclo de operación y los factores climatológicos. (Cruzat, 2008).

### 2.2.5. Términos relacionados a la utilización del equipo

#### 2.2.5.1. Horas disponibles (HD)

Saldaña (2013) establece que las horas disponibles del equipo son las horas en que el equipo está disponible para producir; es decir, a disposición de operaciones mina, al mismo tiempo realiza un bosquejo con sus respectivas definiciones que se muestra en la figura 5.



- Esperando instrucciones o supervisor
- Servicios higiénicos
- Revisión y chequeo
- Perfilando
- Esperando topógrafo
- Traslados por propios medios

d) Stand- by (SB). Es el tiempo en que el equipo está disponible mecánicamente, pero apagado por consideraciones operativas. Ejemplos de paradas por stand – by son: (Saldaña, 2013).

- Equipo de carguío parado por falta de equipo de transporte
- Equipo de transporte parado por falta de equipo de carguío
- Parada por condiciones inseguras
- Falta de frente
- Falta de grifo o cisterna
- Equipo listo en mantenimiento
- Falta de operador
- Refrigerio

#### 2.2.5.2. Disponibilidad mecánica (DM)

Es el porcentaje del tiempo total que el equipo está disponible para operaciones. Es una medida de la eficiencia de Mantenimiento, por lo que es controlada por ellos. (Saldaña, 2013).

$$DM = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas malogrado}}{\text{Horas totales}} * 100\%$$

#### 2.2.5.3. Utilización (UT)

Es la fracción del tiempo, expresada en porcentaje (%), en la cual el equipo es operado por cada hora en que este está en condiciones de cumplir su objetivo de diseño o físicamente disponible. (Cruzat, 2008).

$$UT = \frac{\text{Horas operativas} + \text{Demoras}}{\text{Horas totales} - \text{Horas malogrado}} * 100\%$$

#### 2.2.6. Rendimiento

Es el promedio de unidades de producción (m<sup>3</sup>, ton), realizadas por el equipo por cada unidad de tiempo de operación y el rendimiento de un equipo es directamente proporcional a la velocidad de producción del equipo e inversamente proporcional al tiempo de pérdida operacional. (Cruzat, 2008).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades de producción promedio}}{\text{Unidad de tiempo de operación}}$$

#### 2.2.7. Factor de acoplamiento (FA)

Con el cálculo del FA se busca determinar la cantidad óptima de unidades de transporte asociadas a un equipo de carguío determinado. En líneas generales, se puede definir el factor de acoplamiento de la siguiente manera: (Gómez, 2011).

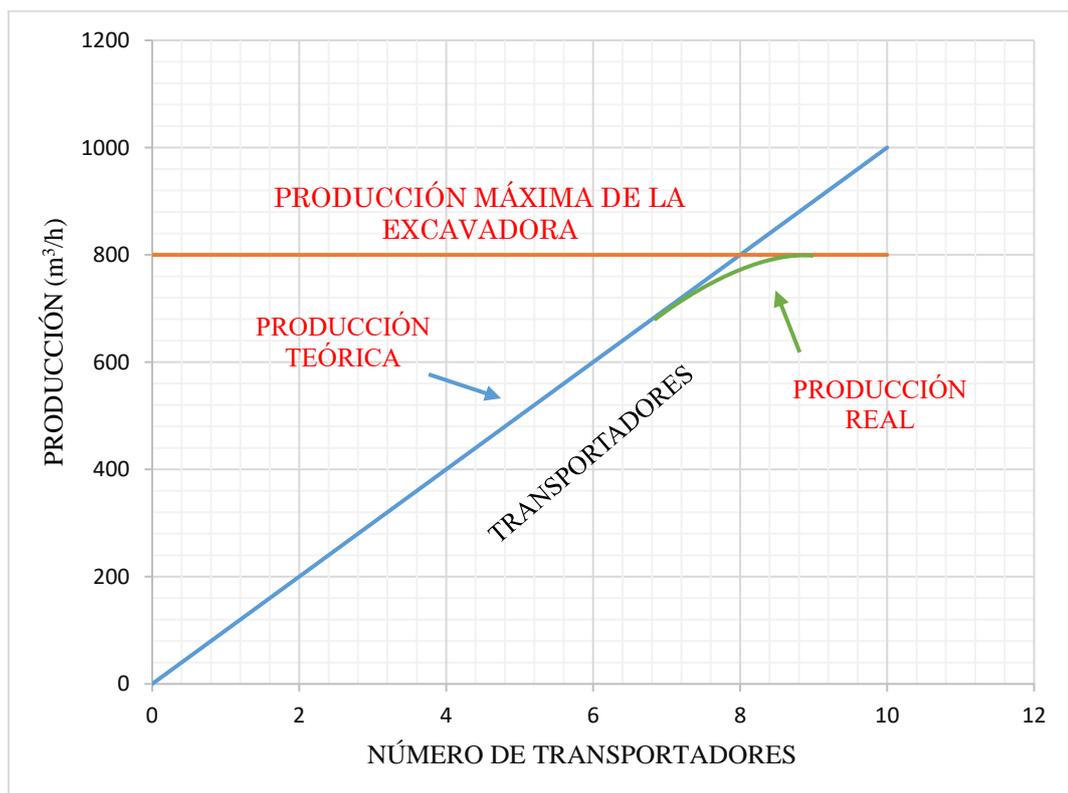
$$FA = \frac{\text{Ciclo de Transporte} * \text{N}^{\circ} \text{ de equipos de Carguío}}{\text{Ciclo de carguío} * \text{N}^{\circ} \text{ de equipos de Transporte}}$$

Debido a que en proyectos de movimiento de tierras los equipos de carguío son prácticamente fijos para determinado frente de trabajo, se puede calcular (a través del FA) la cantidad de equipos de acarreo que deben trabajar con la máquina de carga establecida; esta cantidad de equipos será la necesaria para poder absorber la producción del equipo de carguío en el frente de trabajo. (Gómez, 2011).

El resultado ideal de un FA está representado por la unidad, pero como es lógico, difícilmente se obtendrá dicho valor en la práctica, por lo que la solución ideal contempla aquellos factores de acoplamiento que se encuentren próximos a dicho número, tanto superiores o inferiores a él. Cuando se elige un FA superior a la unidad, se opta por una flota que pueda proporcionarnos una mayor producción diaria por la existencia de mayor cantidad de equipos de acarreo que la mínima necesaria, en este caso pueden presentarse ligeras paras durante el ciclo de los volquetes, mientras que la excavadora se mantendrá

operando en todo momento. Análogamente, de escogerse un factor de acoplamiento menor a la unidad, se estaría optando por la solución más rentable, sin embargo las cantidades de producción diaria se verían disminuidas en una pequeña proporción, esto debido a la existencia de una cantidad de volquetes por debajo de los necesario, en tal caso, las paras se presentarán esporádicamente durante la operación de la excavadora, y será debido a la espera de las unidades de acarreo para su carga, mientras que dichas unidades se mantendrán en actividad (tránsito, carga y descarga) durante toda la jornada. (Gómez, 2011).

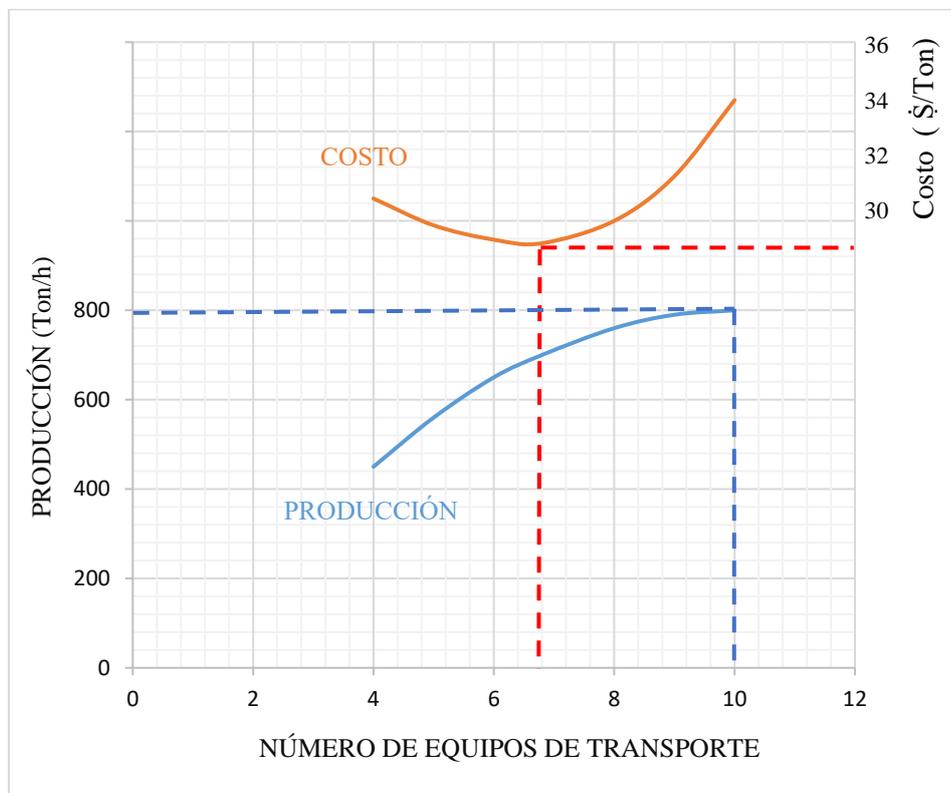
Continuando con la teoría del FA, el siguiente gráfico muestra la cantidad óptima de equipos de acarreo que garantizan la producción estimada del equipo de carguío asociado. Como es de esperarse, la producción real se encuentra debajo de la teórica, haciéndose necesaria la inclusión de más equipos de transporte. (Gómez, 2011).



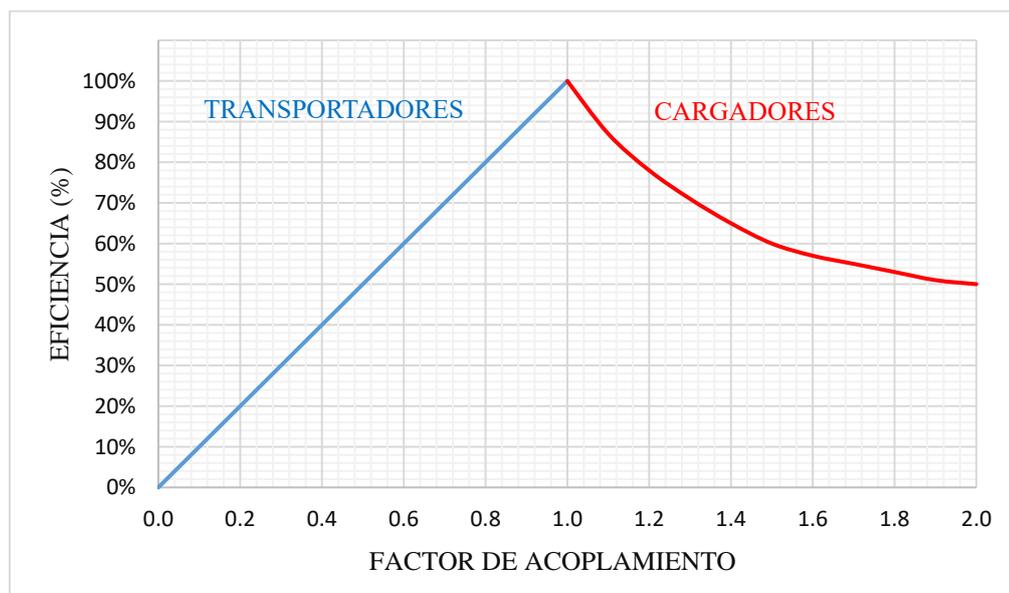
Gráfica 1. Curva de Producción Teórica y Real (Gómez, 2011)

La elección de una adecuada y bien dimensionada flota de acarreo permite minimizar costos por unidad de carga y asimismo maximizar la producción diaria del proyecto, sin embargo, está demostrado que ambos objetivos no son coincidentes, como se puede

observar en la gráfica 2. Por otro lado, también se conoce que la eficiencia de la flota está en función al factor de acoplamiento alcanzado por la misma como se muestra en la gráfica 3. (Gómez, 2011).



Gráfica 2. Mayor Producción y Menor Costo no coincidentes (Gómez, 2011)



Gráfica 3. Eficiencia y Factor de Acoplamiento (Gómez, 2011)

### 2.3. Definición de términos básicos

*Optimizar*: significa lograr un máximo o un mínimo con respecto a un determinado criterio o criterios. Lo cual quiere decir que se mejora la productividad. (Rivero y Rivas, 2013)

*Flota de transporte de material en minería superficial*: Conjunto de vehículos destinados al acarreo de material minado en una operación minera a cielo abierto. (Bazán, 2016)

*Ciclo*: En cualquier trabajo de remoción de tierras las máquinas se adaptan a un ciclo de trabajo determinado. En este ciclo están incluidas las operaciones de carga, acarreo, descargue, y retorno al lugar original, con algunas variaciones en ciertos casos. El tiempo de ciclo es lo que invierte la máquina para llevar a cabo todas las operaciones. (SENA, 2002).

*Capacidad*: se refiere al volumen de material que una unidad de carguío o transporte puede contener en un momento dado; por ejemplo, el volumen del balde de una pala o de la tolva de un camión. (Ortiz, 2013).

*Producción*: volumen o peso total de material que debe manejarse en una operación específica. Puede referirse tanto al mineral con valor económico que se extrae, como al estéril que debe ser removido para acceder al primero. (Ortiz, 2013).

*Costo unitario*: el costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad de producto. (Valenzuela, 2014).

*Voladura*: Para fragmentar las rocas se requiere aplicar energía, la cual se obtiene en casi todos los casos a partir de una reacción química llamada detonación. Esta operación elemental o básica, de hacer detonar cargas explosivas insertas en un macizo rocoso, es lo que se conoce en la terminología minera con el nombre de tronadura o voladura. (Ortiz, 2013).

*Plan de minado:* Para el caso de una empresa minera, es la planificación la encargada de definir el plan minero de producción. Dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar, como también las estrategias, tiempos, y recursos requeridos para la materialización de lo programado (Vidal, 2010).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación de la investigación**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El proyecto Ciénaga Norte se sitúa dentro de la jurisdicción de Cía. Minera Coimolache, cuyas operaciones en el lugar se realizan bajo la concesión del proyecto con el mismo nombre.

Se encuentra ubicado en la provincia de Hualgayoc, distrito de Chugur y Hualgayoc, cerca del caserío El Tingo, La Palma, Nuevo Perú, La Colpa que pertenecen al distrito de Hualgayoc y cerca de los caseríos Chencho, Ramírez y centro poblado de Chugur que pertenecen al distrito de Chugur; en los andes occidentales del norte del Perú, a 36 Km. al norte de la Mina Yanacocha, 85 Km. Al NW de la ciudad de Cajamarca, está a una altitud promedio de 4000 m.s.n.m. En el plano N° 01 se presenta la ubicación de la investigación.

##### **3.1.2. Accesibilidad**

El acceso a Ciénaga Norte es a través de una carretera asfaltada que une las ciudades de Cajamarca - Hualgayoc, el proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 85 Km, y toma un tiempo aproximado de dos horas de viaje en camioneta.

## **3.2. Metodología de la investigación**

### 3.2.1. Tipo, nivel, diseño y método de la investigación

#### 3.2.1.1. Tipo de investigación

Científica cuantitativa porque los datos son producto de mediciones que se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar a través de métodos estadísticos e interpretados según la hipótesis y de la teoría.

#### 3.2.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, correlacional y explicativo.

#### 3.2.1.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental transversal; ya que se analiza la realidad sin manipular las variables y el tiempo no es determinante.

#### 3.2.1.4. Método de la investigación

En la investigación se usó el método deductivo - inductivo.

#### 3.2.1.5. Población de estudio

Flota de equipos de carguío y transporte de la empresa Multiservicios El Imperio que operan en el tajo Ciénaga Norte.

#### 3.2.1.6. Muestra

Tres excavadoras CAT 336D L y 24 volquetes volvo de 15 m<sup>3</sup>.

#### 3.2.1.7. Unidad de análisis

Tiempos (carga, descarga y transporte), producción.

### 3.2.2. Definición de variables

#### 3.2.2.1. Variable dependiente

- Optimización de la producción: Significa lograr un máximo o un mínimo con respecto a un determinado criterio o criterios, mejorando los rendimientos de carguío y transporte.

#### 3.2.2.2. Variable independiente

- Cálculo de la flota de carguío y transporte: Conjunto de operaciones matemáticas enfocadas a determinar el resultado de la cantidad óptima de la flota de carguío y transporte.

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	PARÁMETRO
Variable dependiente				
Optimización *	Costo unitario	Valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad de producto	$\frac{\text{Costo total}}{\text{Material total transportado}}$	\$/ton
Variable independiente				
Cálculo de la flota de carguío y transporte **	Factor de acoplamiento	Determinación del número total de equipos de transporte que debe ser asignado a cada unidad de carguío.	$\frac{\text{Producción de volquetes}}{\text{producción de excavadoras}}$	%
	Tiempos muertos	Tiempo en el cual no hay producción por parte de los equipos.	$\frac{\text{Tiempo sin producción}}{\text{ciclo de carguío y transporte}}$	min
	Producción	Volumen o peso total de material que debe manejarse en una operación específica.	Cantidad de material a transportar	ton
* Significa lograr un máximo o un mínimo con respecto a un determinado criterio o criterios.				
** Cálculo es la operación o conjunto de operaciones matemáticas necesarias para averiguar el resultado, el valor o la medida de algo.				

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### 3.3.1. Técnicas

- Observación directa: Para la recopilación de información sobre los tiempos de transporte, carga y descarga. Cabe mencionar que estos datos serán llevados de forma paralela por el controlador de equipos, quien se encuentra posicionado en cada frente de trabajo, este personal además lleva el registro de las cantidades de mineral y desmonte transportados.
- Análisis documental: Para la revisión de fuentes bibliográficas referidas al tema de investigación (libros, informes de tesis, revistas), estándares y procedimientos de mina proporcionados por el área de ingeniería y planeamiento de Cía. Coimolache.

#### 3.3.2. Instrumentos, materiales y equipos

- Laptop: para el procesamiento y análisis de datos usando los softwar's Civil 3d, Microsoft Word y Excel.
- Cámara fotográfica: Para registrar evidencias de campo.
- Reloj digital, horómetro: para efectuar controles de tiempos involucrados en carga, transporte y descarga de materiales de minado.
- Velocímetro: para registrar las velocidades de los volquetes.
- Libreta de campo, lapicero: para anotar los datos tomados en campo.

### **3.4. Procedimientos**

Para el desarrollo de esta tesis se ha involucrado en el trabajo tres etapas (dos de gabinete y una de campo).

#### 3.4.1. Etapa Preliminar de Gabinete

En esta etapa se procedió a la revisión de informes anteriores sobre la Cía. Minera Coimolache; así como también libros sobre: carguío y transporte, explotación superficial.

Además, se procedió a la revisión de los procedimientos para las operaciones de carguío y transporte de la empresa.

#### 3.4.2. Etapa de Campo

En esta etapa se realizó el reconocimiento general de la zona de estudio que duró dos salidas, en las posteriores salidas a campo, se realizó la toma de datos que consiste en el registro de toma de tiempos de carguío para las diferentes excavadoras que operan en el tajo, así mismo se procedió al control de tiempos de transporte para los volquetes y el control de tiempo para la descarga en el PAD y DME. Al mismo tiempo se realizó una minuciosa observación en las operaciones de carguío y transporte con la finalidad de determinar el porqué de las demoras o colas de camiones.

#### 3.4.3. Etapa Final de Gabinete

En esta última etapa se procedió a seleccionar y organizar la información recopilada de control de tiempos de los equipos de carguío y transporte con la finalidad de establecer el factor de acoplamiento adecuado. En esta etapa se ha realizado también un análisis estadístico descriptivo de los datos y los resultados obtenidos se cuantificaron y registraron a modo de tablas y mediante gráficos de barras y gráficos circulares los que nos permitieron una mejor comprensión de la información resultante. Cabe precisar que los datos obtenidos en campo fueron procesados en Microsoft Excel con el fin de guardar orden en dichos datos, y además se elaboró una herramienta de diseño de flotas para optimizar la operación del movimiento de tierras.

### 3.5. Geología

#### 3.5.1. Geología local

Según Morán (2012), las rocas que afloran son rocas sedimentarias Cretácicas de la Formación Yumagual y/o Pulluicana de origen continental que han sido cortadas por cuerpos intrusivos de composición intermedia como las dioritas Puente de la Hierba y las monzodioritas San Miguel, y por cuerpos menores como el sill Coimolache; sobre yace a estas rocas Cretácicas una extensa secuencia de volcánicos continentales del grupo

Calipuy constituido por lavas, piroclastos y sedimentos volcánico - sedimentarios que afloran en toda el área de estudio y que a su vez infra yacen a rocas piroclásticas de la Formación Huambos. (Plano N° 02).

### 3.5.2. Geología estructural

De acuerdo con Morán (2012), en resumen, en el área del proyecto se presentan tres sistemas de fallas principales. El sistema de fallas de dirección NW, cuyas fallas son coincidentes con la dirección andina y son cortadas por fallas NE; movimientos tectónicos sucesivos produjeron fallas de dilatación EW que generalmente están mineralizadas.

### 3.5.3. Geología del yacimiento

Según Quispe (2015), corresponde a un depósito de filiación epitermal de alta sulfuración con mineralización de oro diseminado y escaso contenido de plata. Los cuerpos mineralizados están conformados por el conjunto de brechas hidrotermales, estructuras síliceas en variedades de sandy sílica, vuggy sílica, sílice masiva principalmente, los que en profundidad se comportan como estructuras tabulares de control fractural y con orientación dominante E-W; el cuerpo de mineral sílice-óxidos distribuido en superficie tienen una elongación N-S, controlados por tres sets de fracturamientos principales E-W, N 60° E, N 20° W

## 3.6. Operaciones mina

Ciénaga Norte tiene una operación a cielo abierto que explota oro y plata, la operación minera consiste en la extracción de mineral y desmonte mediante el ciclo de minado que comprende a: perforación, voladura, carguío y transporte. Los servicios auxiliares de empuje, regado y mantenimiento de vías; completan la operación de forma satisfactoria.

### 3.6.1. Perforación

La perforación en el tajío Ciénaga Norte, perteneciente a la Cía. Coimolache es realizada por la empresa contratista San Martín. Para los taladros de producción se usan perforadoras DML con diámetro de perforación de 6 3/4" con brocas tricónicas, el pre-

corte y perforación amortiguada se realiza con una perforadora DX800 con diámetro de 5" (Morán, 2012).

Cabe indicar también que la perforadora DX800 se utiliza en las zonas abruptas de las crestas y las perforadoras DML en las zonas planas horizontales.



Foto 1. Área perforada en el nivel 3932 tajo Ciénega Norte  
Coordenadas: E 754453, N 9254356, Cota 3932 m.s.n.m.

### 3.6.2. Voladura

La empresa que brinda el servicio integral de voladura es San Martín, cuenta con un camión fábrica para la fabricación del anfo. Para los diferentes tipos de roca se cuenta con distintas distribuciones de carga dentro del taladro además para la disminución de las vibraciones se utiliza el sistema de iniciación electrónico, empleando un booster para la detonación el mismo que iniciará la columna explosiva.

Las mezclas explosivas empleadas son el anfo como agente de voladura y la emulsión encartuchada. Entre los accesorios de voladura se tiene: el booster como iniciador, los detonadores electrónicos, fulminantes N° 8, tubos de choque, conectores, logger y blaster. El carguío de explosivos en los taladros se hace manualmente., la granulometría requerida en el pad de lixiviación es el 90% por debajo de 6 pulgadas.

### 3.6.3. Carguío

La operación de carguío es realizada por Multiservicios El Imperio. Para la limpieza del mineral y/o desmonte, se hacen uso de excavadoras hidráulicas CAT 336D L de 3 m<sup>3</sup> de capacidad, dichas excavadoras realizan la operación cargando a un carril cuando la excavadora cuenta con una sola vía para cargar y a doble carril cuando la excavadora cuenta con dos vías para cargar ubicadas a la derecha e izquierda de la misma.

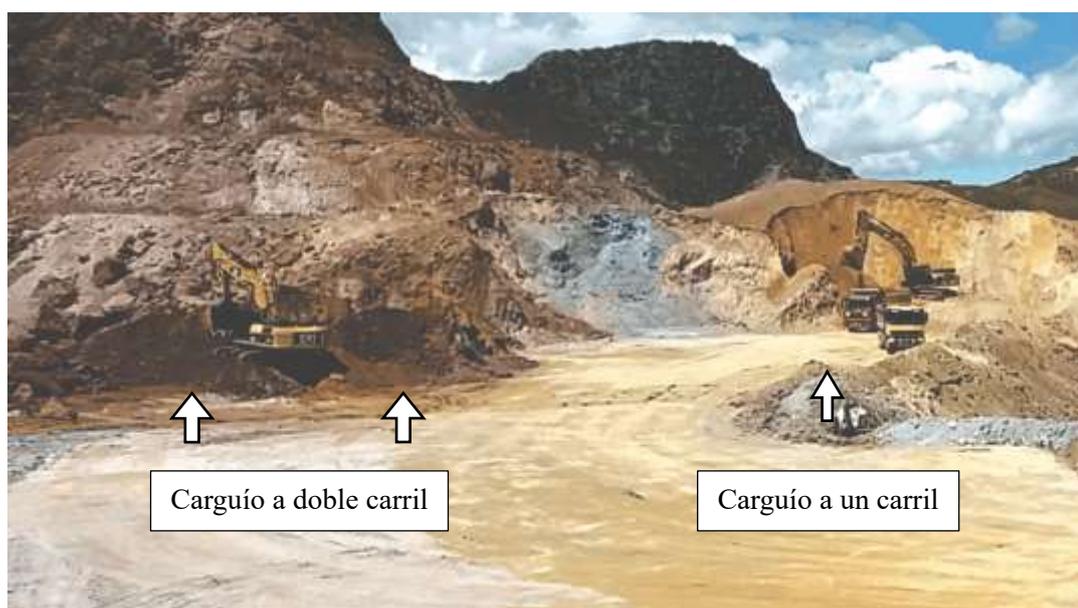


Foto 2. Carguío a un carril y doble carril en el tajo Ciénaga Norte  
Coordenadas: E 754594, N 9254335, Cota 3956 m.s.n.m.

#### 3.6.3.1. Descripción de la excavadora hidráulica CAT 336D L

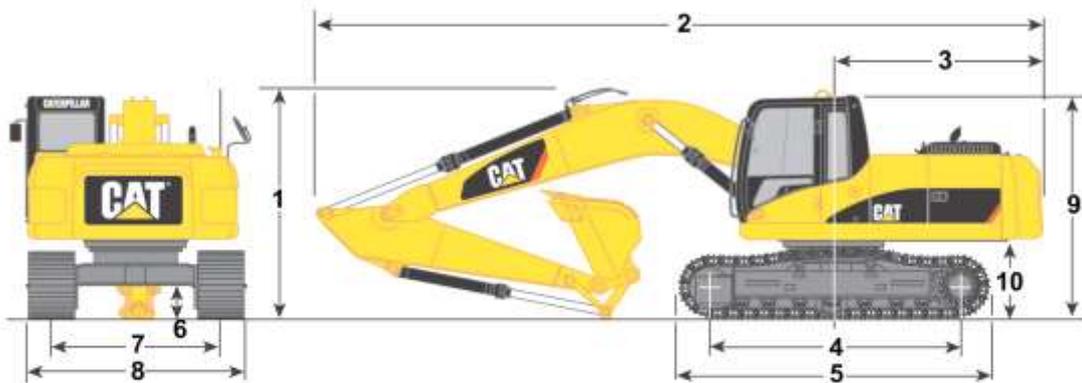
La excavadora hidráulica CAT modelo 336D L, es un equipo que es bastante usado en operaciones mineras de mediana envergadura, adaptándose fácilmente a la operación de movimiento de tierras.

Tiene una velocidad máxima de desplazamiento de 5 km/h y velocidad de rotación de 10 RPM. (Caterpillar, 2018)

En la figura 6, se detallan las dimensiones más importantes que tiene la excavadora CAT 336D L

## Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



Opciones de pluma	Pluma de alcance 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación de gran volumen 6,18 m (20'3")	
Opciones de brazo	R3.9DB (12'10")	R3.2DB (10'6")	M2.15TB1 (7'0")	M2.55TB1 (8'4")
1 Altura de embarque	3.630 mm (11'11")	3.350 mm (11'0")	3.630 mm (11'11")	3.580 mm (11'9")
2 Longitud de embarque	11.200 mm (36'9")	11.150 mm (36'7")	11.200 mm (36'9")	10.910 mm (35'10")
3 Radio de giro de la parte posterior	3.500 mm (11'6")	3.500 mm (11'6")	3.500 mm (11'6")	3.500 mm (11'6")
4 Longitud hasta el centro de los rodillos	4.040 mm (13'3")	4.040 mm (13'3")	4.040 mm (13'3")	4.040 mm (13'3")
5 Longitud de la cadena	5.020 mm (16'6")	5.020 mm (16'6")	5.020 mm (16'6")	5.020 mm (16'6")
6 Espacio libre sobre el suelo**	450 mm (1'6")	450 mm (1'6")	450 mm (1'6")	450 mm (1'6")
7 Entreevia	2.590 mm (8'6")	2.590 mm (8'6")	2.590 mm (8'6")	2.590 mm (8'6")
8 Ancho de transporte				
Zapatas de 800 mm (32") (estándar)	3.390 mm (11'1")	3.390 mm (11'1")	3.390 mm (11'1")	3.390 mm (11'1")
Zapatas de 700 mm (28") (optativas)	3.290 mm (10'10")	3.290 mm (10'10")	3.290 mm (10'10")	3.290 mm (10'10")
Zapatas de 850 mm (34") (optativas)	3.440 mm (11'3")	3.440 mm (11'3")	3.440 mm (11'3")	3.440 mm (11'3")
9 Altura de la cabina	3.140 mm (10'4")	3.140 mm (10'4")	3.140 mm (10'4")	3.140 mm (10'4")
10 Espacio libre del contrapeso*	1.220 mm (4'0")	1.220 mm (4'0")	1.220 mm (4'0")	1.220 mm (4'0")

\*\* Incluye altura de nervadura de 30 mm ( 13/16 pulg). Aumento de R3.9 a 3.700 mm (12'2") con tuberías auxiliares de drenaje o de presión intermedia.

\*\* Sin altura de nervadura de zapata de 30 mm ( 13/16 pulg).

Figura 6. Dimensiones de la excavadora hidráulica CAT 336D L (Caterpillar, 2018)



Foto 3. Excavadora CAT 336D L en operación en Ciénaga Norte  
 Coordenadas: E 754524, N 9254350, Cota 3940 m.s.n.m.

### 3.6.3.2. Distribución de las excavadoras

Multiservicios el Imperio para la operación de carguío cuenta con 4 excavadoras hidráulicas CAT 336D L, de las cuales 1 estaba en stand-by; estas excavadoras son usadas también para otros trabajos como el perfilado de talud, conformación de plataformas, separación de bolonería, desbroce y conformación de top soil. Las excavadoras usadas por la empresa se registran en la tabla 2.

Tabla 2. Equipos de carguío de Multiservicios El Imperio en el año 2017

EQUIPO	CÓDIGO	PLACA	CLASE	CLASIFICACIÓN
EXCAVADORA	EXC - 101	ZCT00707	336D	Excavadora
	EXC - 102	ZCT00757	336D	Excavadora
	EXC - 103	M4T-02772	336D	Excavadora
	EXC - 104	ZCT00287	336D	Excavadora

### 3.6.4. Transporte

El mineral y/o desmonte del tajo es transportado por Multiservicios el Imperio con volquetes volvo de 15 m<sup>3</sup> capacidad. Las vías de transporte son dos:

- La vía para transporte desde el tajo hacia el PAD, para transporte de mineral.
- la vía de transporte desde el tajo hacia el DME, para transporte de desmonte o estéril.

Las vías tienen un ancho aproximado de 10 m en todo el trayecto para el normal tránsito de los volquetes en doble vía, en todo el recorrido las vías cuentan con muro de seguridad de 1.20 m de alto que permite el detenimiento de los equipos en caso de derrape; además en zonas estratégicas está implementada con vías de alivio, las cuales servirá para el detenimiento del volquete en caso se presente fallas mecánicas.

Su mantenimiento es constante, para esta tarea está designado un rodillo y la motoniveladora, quienes tienen como objetivo mantener las vías niveladas, libres de obstáculos, sin rebabas garantizando un tránsito seguro de los equipos.

#### 3.6.4.1. Descripción de los equipos

Los equipos usados para la operación de transporte en Ciénaga Norte son los volquetes volvo FMX 440/480 6x4R. Son usados por la facilidad de acople a las excavadoras.

Son equipos montados sobre ruedas neumáticas, tienen una capacidad de tolva de 15 m<sup>3</sup> y de hasta 32 000 Kg de capacidad de carga. Cuentan con una caja de 14 (12 + 2) velocidades. (Volvo, 2018).



Foto 4. Volquete volvo de Multiservicios El Imperio en Ciénaga Norte  
Coordenadas: E 755475, N 9254854, Cota 3897 m.s.n.m.

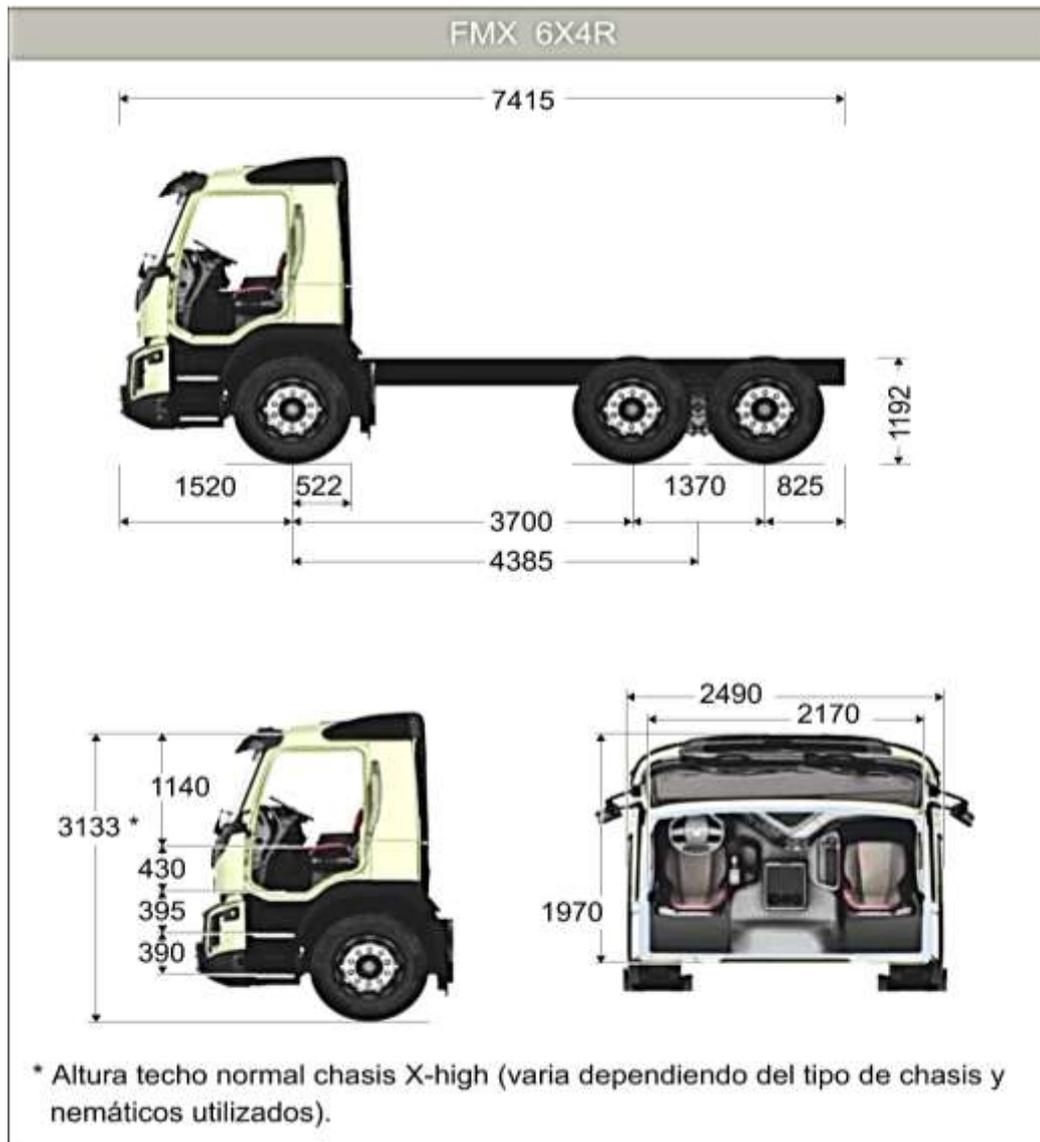


Figura 7. Dimensiones de los volquetes Volvo FMX 440/480 6X4R (Volvo, 2018)

### 3.6.4.2. Distribución de los volquetes.

Para la operación de transporte ha hecho uso de un total de 27 volquetes en todo el proyecto, algunos de los cuales han sido reemplazados en el transcurso del trabajo, ya sea por fallas mecánicas o cumplimiento de contrato.

La distribución de volquetes es realizada por el jefe de guardia al inicio de la operación para realizar el transporte en las dos vías: tajo – PAD para transporte de mineral y tajo – DME para transporte de estéril. Cabe indicar que para el traslado de mineral se utilizaba 11 a 14 volquetes y para el traslado de material estéril se utilizaba 4 a 6 volquetes.

La cantidad de volquetes distribuidas en cada vía hacia caso al requerimiento de producción ya sea de mineral o estéril que se debía cumplir por semana, esto implica también al cumplimiento del programa mensual de minado.

El registro de volquetes usados para el transporte de materiales de minado, se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Equipos de transporte de Multiservicios El Imperio en el año 2017

EQUIPO	CÓDIGO	PLACA	CAPACIDAD	CLASIFICACIÓN
VOLQUETES	VOL-101	T8Q-885	15m3	Volquete
	VOL-102	T8D-882	15m3	Volquete
	VOL-103	AEB-857	15m3	Volquete
	VOL-104	ALR-706	15m3	Volquete
	VOL-105	ASE-940	15m3	Volquete
	VOL-106	ANG-732	15m3	Volquete
	VOL-107	AKH-742	15m3	Volquete
	VOL-108	M4H-703	15m3	Volquete
	VOL-109	APO-900	15m3	Volquete
	VOL-110	AMY-867	15m3	Volquete
	VOL-111	AJJ-878	15m3	Volquete
	VOL-112	AHD-768	15m3	Volquete
	VOL-113	ALF-826	15m3	Volquete
	VOL-114	AMB-817	15m3	Volquete
	VOL-115	F1D-767	15m3	Volquete
	VOL-116	D7X-708	15m3	Volquete
	VOL-117	ABQ-723	15m3	Volquete
	VOL-118	T8S-887	15m3	Volquete
	VOL-119	ASI-904	15m3	Volquete
	VOL-120	ASQ-739	15m3	Volquete
	VOL-121	F9Z-944	15m3	Volquete
	VOL-122	AKU-860	15m3	Volquete
	VOL-123	ACR-852	15m3	Volquete
	VOL-124	M2R-795	15m3	Volquete
	VOL-125	DTV-835	15m3	Volquete
	VOL-126	F1R-734	15m3	Volquete
	VOL-127	ATP-949	15m3	Volquete

### 3.6.5. Servicios auxiliares.

Para abrir nuevas rutas de transporte y empujar el desmonte descargado por las unidades de transporte en el depósito de material estéril se utiliza un tractor de orugas CAT D6.

Mientras que la motoniveladora es empleada para limpieza de cunetas, limpieza de rebabas que se encuentren sobre las vías de transporte y además para la nivelación de pisos en los frentes de carga.

Para mitigar el polvo a lo largo de las vías de transporte hacia el PAD y hacia el DME se cuenta con una cisterna de agua de 5000 galones de capacidad, esta cisterna se encarga además del lavado de vías en época de lluvias cuando estas se encuentran colmado de lodo fino.



Foto 5. Tractor CAT D6 empujando desmonte en el DME  
Coordenadas: E 754304, N 9255303, Cota 3814 m.s.n.m.



Foto 6. Motoniveladora limpiando vía de transporte en el ingreso al DME  
Coordenadas: E 754359, N 9255328, Cota 3810 m.s.n.m.

### 3.7. Descripción panorámica en el año 2017

#### 3.7.1. Plan de minado

##### 3.7.1.1. Diseño del tajo ciénaga norte

Tabla 4. Parámetros de diseño del tajo Ciénaga Norte

PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TAJO CIÉNAGA NORTE		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	UNIDAD
Ancho de rampa	10	m
Gradiente de rampa máximo	12	%
Altura de banco	8	m
Talud de banco	65 – 75	° (grado sexagesimal)
Ancho de berma	2	m
Muro de seguridad	1.2	m

##### 3.7.1.2. Diseño del depósito de material estéril

Tabla 5. Parámetros de diseño del DME

PARÁMETROS DE DISEÑO DEL DME		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	UNIDAD
Altura del lift	8	m
Talud de lift	60 – 70	° (grado sexagesimal)
Ancho de berma	2	m
Muro de seguridad	1.2	m

##### 3.7.1.3. Programa mensual de minado

El programa mensual de minado del tajo Ciénaga Norte, sirve como eje principal para calcular mediante operaciones matemáticas la cantidad óptima de la flota de equipos destinados a transportar el material ya sea mineral o desmonte hacia sus destinos finales según convenga.

El programa de minado es realizado previo a la explotación y en ella se contempla el tonelaje de mineral y desmonte que se debe mover mensualmente. Cabe señalar que los planes de minado tomados en cuenta para el presente estudio son a corto plazo, elaborados para un periodo de tiempo mensual y seccionados por semana, al término del cual la

supervisión de la empresa realiza un análisis del cumplimiento mensual del programa de minado.

Tabla 6. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de agosto del año 2017

TAJO CN	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Días		7	7	7	10	31
Mineral	ton	45,000	37,500	62,500	64,500	209,500
Estéril	ton	32,000	39,000	21,000	55,000	147,000
Total	ton	77,000	76,500	83,500	119,500	356,500

Fuente: Área de Control de Proyectos de Multiservicios El Imperio, 2017

Tabla 7. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de septiembre del año 2017

TAJO CN	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Días		7	7	7	9	30
Mineral	ton	45,500	58,312	24,500	92,069	220,381
Estéril	ton	27,000	15,800	51,000	6,770	100,570
Total	ton	72,500	74,112	75,500	98,839	320,951

Fuente: Área de Control de Proyectos de Multiservicios El Imperio, 2017

Tabla 8. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de octubre del año 2017

TAJO CN	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Días		10	10	11		31
Mineral	ton	53,340	81,769	83,085		218,194
Estéril	ton	34,329	32,419	33,917		100,665
Total	ton	87,669	114,188	117,002		318,860

Fuente: Área de Control de Proyectos de Multiservicios El Imperio, 2017

Tabla 9. Plan de minado del tajo Ciénaga Norte de noviembre del año 2017

TAJO CN	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Días		5	8	10	7	30
Mineral	ton	(*)	66,065	69,225	42,301	177,591
Estéril	ton	(*)	8,133	37,836	27,804	73,773
Total	ton	(*)	74,198	107,061	70,105	251,364

Nota: (\*) Semana no programada

Fuente: Área de Control de Proyectos de Multiservicios El Imperio, 2017

### 3.7.2. Tiempos

#### 3.7.2.1. Tiempo de carguío

Para obtener datos de los tiempos que involucran al carguío, se ha realizado un muestreo a cada una de las excavadoras, operadas con diferentes operadores y en diferentes condiciones de carguío. Las muestras de los tiempos han sido un total de 90 y fueron tomadas con ayuda de personal encargado llamados controladores, quienes se ubicaban cerca al punto de carguío en el tajo Ciénaga Norte.

Los datos de estos tiempos se han recopilado en formatos cuyo modelo es igual al de la tabla 10.

Tabla 10. Modelo de tabla para toma de datos de tiempos de carguío

CONTROL DE EQUIPOS DE CARGUÍO - 2017									
CÓDIGO	EXC - 102	SUPERVISOR		.....				GRANULOMETRÍA	SUAVE
FECHA	25/08/2017	CONTROLADOR		.....				CARRIL	UNO
TURNO	NOCHE	OPERADOR		.....				EXPERIENCIA	3 AÑOS
FRENTE DE TRABAJO		MATERIAL		BANCO		PROYECTO		POLÍGONO	
		MINERAL		3964		8		30	
ITEM	CAMBIO	EXCAVACIÓN (*)	ESPERA	PASE 1	PASE 2	PASE 3	PASE 4	PASE 5	Unidades
1	0:00:05	0:00:00	0:00:00	0:00:40	0:00:17	0:00:22	0:00:20	0:00:16	hh:mm:ss
2	0:00:04	0:02:21	0:00:00	0:00:43	0:00:16	0:00:19	0:00:17	0:00:13	hh:mm:ss
3	0:00:04	0:00:00	0:00:39	0:00:48	0:00:14	0:00:18	0:00:16	0:00:11	hh:mm:ss
4	0:00:04	0:02:45	0:00:23	0:00:39	0:00:14	0:00:19	0:00:15	0:00:13	hh:mm:ss
5	0:00:05	0:00:00	0:00:34	0:00:38	0:00:17	0:00:18	0:00:16	0:00:10	hh:mm:ss
6	0:00:05	0:00:00	0:00:00	0:00:41	0:00:16	0:00:19	0:00:15	0:00:10	hh:mm:ss
7	0:00:04	0:00:00	0:00:40	0:00:38	0:00:14	0:00:16	0:00:18	0:00:11	hh:mm:ss
8	0:00:05	0:00:00	0:00:00	0:00:37	0:00:18	0:00:20	0:00:18	0:00:12	hh:mm:ss
9	0:00:05	0:00:00	0:00:00	0:00:43	0:00:14	0:00:17	0:00:16	0:00:11	hh:mm:ss
10	0:00:04	0:00:00	0:01:00	0:00:36	0:00:18	0:00:17	0:00:18	0:00:17	hh:mm:ss
Nota: (*) Referido al tiempo invertido en acumular material para cargar									

De acuerdo a los datos tomados y mediante un análisis estadístico se ha determinado el tiempo de ciclo promedio de carguío que invierten las excavadoras CAT 336D L para llenar un camión de 15 m<sup>3</sup>. Los resultados se resumen en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen de tiempos de carguío en el año 2017

Tiempos de carguío (hh:mm:ss)										
Código	Carril	Cambio	Pase 1	Pase 2	Pase 3	Pase 4	Pase 5	Total	Excavación	Esperas
EXC-101	uno	0:00:05	0:00:40	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:12	0:01:50	0:00:31	0:01:46
	doble	0:00:07	0:00:32	0:00:17	0:00:16	0:00:15	0:00:12	0:01:38	0:00:22	0:00:36
	promedio	0:00:06	0:00:36	0:00:18	0:00:17	0:00:17	0:00:12	0:01:44	0:00:27	0:01:11
EXC-102	uno	0:00:04	0:00:40	0:00:16	0:00:19	0:00:17	0:00:12	0:01:48	0:00:31	0:00:20
	doble	0:00:07	0:00:32	0:00:17	0:00:17	0:00:16	0:00:13	0:01:42	0:00:13	0:00:26
	promedio	0:00:06	0:00:36	0:00:17	0:00:18	0:00:17	0:00:13	0:01:45	0:00:22	0:00:23
EXC-103	uno	0:00:05	0:00:42	0:00:17	0:00:16	0:00:17	0:00:13	0:01:49	0:00:11	0:00:46
	doble	0:00:06	0:00:34	0:00:18	0:00:17	0:00:17	0:00:12	0:01:45	0:00:25	0:00:42
	promedio	0:00:05	0:00:38	0:00:17	0:00:17	0:00:17	0:00:12	0:01:47	0:00:18	0:00:44
Promedio		0:00:06	0:00:37	0:00:17	0:00:17	0:00:17	0:00:12	<b>0:01:46</b>	<b>0:00:22</b>	<b>0:00:46</b>

### 3.7.2.2. Tiempo de descarga

Para obtener datos del tiempo de descarga, se han realizado 360 muestreos de descarga de los volquetes entre agosto y noviembre. Cabe indicar que la descarga de mineral se realiza en el PAD de lixiviación, cumpliendo con el blending que consiste en realizar dos descargas de San Martín del tajo Tantahuatay y una descarga de Imperio del tajo Ciénaga Norte para realizar el cabeceo y la descarga de desmonte o estéril se lleva a cabo en el DME. Los datos se han recopilado en formatos con modelo igual al de la tabla 12.

Tabla 12. Modelo de tabla para toma de datos de tiempo de descarga

CONTROL DE TIEMPO DE DESCARGA EN EL DME (s)									
FECHA	13/08/2017		LIFT	4	FECHA	15/08/2017		LIFT	4
TURNO	DÍA		ZONA	1	TURNO	NOCHE		ZONA	1
CÓDIGO	Retroceso	Levante y descarga	Avance	Reubicar	CÓDIGO	Retroceso	Levante y descarga	Avance	Reubicar
V-104	14	41	7	27	V-113	13	39	7	27
V-114	13	44	8	30	V-117	13	38	7	27
V-113	14	42	8	31	V-111	14	42	10	28
V-104	10	42	7	30	V-104	13	40	9	28
V-117	13	40	7	28	V-116	12	39	8	28
V-114	13	44	10	29	V-101	14	38	7	26
V-113	11	40	9	33	V-119	10	39	8	27
V-116	13	38	7	27	V-113	16	39	9	28
V-104	14	39	8	26	V-117	12	40	9	29
V-112	12	39	8	25	V-111	12	42	8	30
V-107	10	40	7	25	V-104	13	41	8	27
V-114	14	42	10	25	V-116	13	40	9	29
V-113	13	41	7	30	V-101	12	38	7	27
V-104	11	43	8	28	V-119	13	38	9	27
V-116	15	39	8	28	V-113	14	37	7	28
V-112	10	42	7	30	V-117	12	42	9	26
V-117	15	40	8	29	V-111	13	40	8	27
V-114	11	38	9	27	V-104	10	41	9	28

A partir de los datos obtenidos en campo, los cuales se han conseguido a través de tomas de muestras a diferentes equipos de transporte y en cada mes, se puede establecer un tiempo de descarga promedio por mes de los volquetes volvo de 15 m<sup>3</sup> de capacidad que se detalla en la tabla 13 y 14.

Tabla 13. Tiempo de descarga en el PAD de agosto a noviembre del año 2017

Turno	Mes	Retroceso (s)	Levantamiento y descarga (s)	Avance (s)	Reubicar (s)	Total (s)
<b>Día</b>	Agosto	11.89	39.56	7.67	28.44	87.56
	Setiembre	11.72	39.67	7.72	28.33	87.44
	Octubre	12.56	39.78	8.17	28.28	88.78
	Noviembre	12.22	38.06	8.11	28.33	86.72
<b>Noche</b>	Agosto	11.78	38.61	7.89	28.33	86.61
	Setiembre	11.67	39.28	8.11	28.17	87.22
	Octubre	12.06	39.50	8.06	28.44	88.06
	Noviembre	12.72	39.44	8.17	28.61	88.94
<b>Promedio</b>	Agosto	11.83	39.08	7.78	28.39	87.08
	Setiembre	11.69	39.47	7.92	28.25	87.33
	Octubre	12.31	39.64	8.11	28.36	88.42
	Noviembre	12.47	38.75	8.14	28.47	87.83

Tabla 14. Tiempo de descarga en el DME de agosto a noviembre del año 2017

Turno	Mes	Retroceso (s)	Levantamiento y descarga (s)	Avance (s)	Reubicar (s)	Total (s)
<b>Día</b>	Agosto	12.56	40.78	7.94	28.22	89.50
	Setiembre	12.42	40.81	8.72	28.11	90.06
	Octubre	13.03	40.53	8.69	28.14	90.39
	Noviembre	13.06	40.89	8.83	28.67	91.44
<b>Noche</b>	Agosto	12.72	39.61	8.22	27.61	88.17
	Setiembre	12.44	40.17	8.42	27.64	88.67
	Octubre	12.53	39.86	7.89	27.83	88.11
	Noviembre	12.61	40.06	8.28	28.33	89.28
<b>Promedio</b>	Agosto	12.64	40.19	8.08	27.92	88.83
	Setiembre	12.43	40.49	8.57	27.88	89.36
	Octubre	12.78	40.19	8.29	27.99	89.25
	Noviembre	12.83	40.47	8.56	28.50	90.36

### 3.7.2.3. Tiempo de transporte y maniobras de los volquetes

Para obtener datos del tiempo que utiliza los volquetes en el transporte, se ha realizado un total de 672 muestreos de las diferentes unidades que cubren el trayecto desde el tajo Ciénaga Norte hasta el PAD y DME entre los meses de agosto y noviembre. La recolección de datos se ha llevado a cabo en formatos que tienen el modelo de la tabla 15.

Tabla 15. Modelo de tabla para toma de datos de tiempos de transporte

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE AGOSTO						
TURNO	NOCHE			SUPERVISOR	.....	
RUTA	TAJO CN - DME			CONTROLADOR	.....	
MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	4	14	DME	4	1
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)	TIEMPO (min)
V-110	13/08/2017	9:03	9:23	2.722495	16.33	20
V-110	13/08/2017	9:23	9:44	2.722495	15.56	21
V-110	13/08/2017	9:44	10:06	2.722495	14.85	22
V-110	13/08/2017	10:06	10:26	2.722495	16.33	20
V-110	13/08/2017	10:26	10:46	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	9:12	9:33	2.722495	15.56	21
V-114	13/08/2017	9:33	9:53	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	9:53	10:13	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	10:13	10:33	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	10:33	10:53	2.722495	16.33	20
V-118	13/08/2017	9:19	9:39	2.722495	16.33	20
V-118	13/08/2017	9:39	10:00	2.722495	15.56	21
V-118	13/08/2017	10:00	10:39	2.722495	8.38	39
V-118	13/08/2017	10:40	11:00	2.722495	16.33	20

Los datos tomados de tiempo de transporte incluyen al ciclo completo; es decir; involucra a los tiempos de carga, descarga, maniobras y transporte.

Para determinar el tiempo invertido sólo en el transporte; considerando para este estudio ida y vuelta más maniobras, se restará los tiempos promedios de carga y descarga (PAD y DME) determinados en las tablas 11, 13 y 14 respectivamente.

Tabla 16. Tiempo de transporte hacia el PAD de agosto a noviembre en el año 2017

Mes	Distancia (km)	Tiempo (min)	Tiempo corregido (min)
Agosto	7.34	42.57	38.99
Septiembre	7.52	40.50	36.91
Octubre	7.35	39.63	36.02
Noviembre	7.41	41.30	37.70

Tabla 17. Tiempo de transporte hacia al DME de agosto a noviembre en el año 2017

Mes	Distancia (km)	Tiempo (min)	Tiempo corregido (min)
Agosto	2.77	20.63	17.05
Septiembre	2.49	18.76	15.17
Octubre	2.59	19.05	15.44
Noviembre	2.61	19.31	15.71

#### 3.7.2.4. Tiempo total del ciclo carguío – transporte

Para encontrar el tiempo del ciclo de carguío y transporte se suma el tiempo de carguío, tiempo de transporte más maniobras y tiempo de descarga que invierten los camiones volquete en dicha operación.

En la tabla 18 y tabla 19 se muestran el tiempo promedio del ciclo de carguío y transporte de los meses agosto, septiembre, octubre y noviembre que invierten los equipos en cargar y realizar el recorrido en las dos vías: tajo Ciénaga Norte – PAD y tajo Ciénaga Norte – DME.

Tabla 18. Tiempos del ciclo hacia el PAD de agosto a noviembre en el año 2017

<b>TIEMPO DEL CICLO TAJO – PAD (hh:mm:ss)</b>				
<b>Tiempos</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>
Tiempo de carguío + Excavación	0:02:08	0:02:08	0:02:08	0:02:08
Tiempo de recorrido (ida + retorno)	0:39:05	0:37:00	0:36:07	0:37:48
Tiempo de maniobras				
Tiempo de descarga	0:01:27	0:01:27	0:01:28	0:01:27
<b>Tiempo total</b>	<b>0:42:40</b>	<b>0:40:35</b>	<b>0:39:43</b>	<b>0:41:23</b>

Tabla 19. Tiempos del ciclo hacia el DME de agosto a noviembre en el año 2017

<b>TIEMPO DEL CICLO TAJO – DME (hh:mm:ss)</b>				
<b>Tiempos</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>
Tiempo de carguío + Excavación	0:02:08	0:02:08	0:02:08	0:02:08
Tiempo de recorrido (ida + retorno)	0:17:09	0:15:16	0:15:32	0:15:48
Tiempo de maniobras				
Tiempo de descarga	0:01:29	0:01:29	0:01:29	0:01:30
<b>Tiempo total</b>	<b>0:20:46</b>	<b>0:18:53</b>	<b>0:19:09</b>	<b>0:19:26</b>

#### 3.7.3. Distancias en el transporte de mineral y desmonte

Los datos de las distancias de las vías de transporte se muestran en la tabla 20 y tabla 21; cabe mencionar que cada distancia que se recorren varía de acuerdo al punto de carguío y punto de descarga; para este estudio, se han considerado las distancias promedio trabajadas en las tablas 16 y 17.

Tabla 20. Distancias de la vía tajo – PAD de agosto a noviembre del año 2017

VÍA DE TRANSPORTE	MES	DISTANCIA	
		m	Km
Tajo - PAD	Agosto	7339.88	7.34
	Septiembre	7522.61	7.52
	Octubre	7353.22	7.35
	Noviembre	7410.21	7.41

Tabla 21. Distancia de la vía tajo - DME de agosto a noviembre del año 2017

VÍA DE TRANSPORTE	MES	DISTANCIA	
		m	Km
Tajo - DME	Agosto	2765.80	2.77
	Septiembre	2488.24	2.49
	Octubre	2585.14	2.59
	Noviembre	2612.26	2.61

#### 3.7.4. Disponibilidad mecánica y utilización

La Compañía Minera Coimolache, unidad minera que pertenece al grupo de las empresas de Buenaventura, ha sido objeto de estudio en los temas relacionados a la disponibilidad mecánica y utilización de sus equipos involucrados en las operaciones de carguío y transporte. Es decir, dicho estudio ha sido realizado en los camiones y excavadoras que han sido destinados para el movimiento de materiales de minado, tanto para el transporte de mineral como también para el transporte de estéril.

En el presente trabajo de investigación para realizar los cálculos que nos permitan dimensionar la flota adecuada, se han tomado estándares operacionales de disponibilidad mecánica y utilización de la flota de equipos que han sido el resultado de estudio por parte de la empresa Buenaventura en sus unidades: La Zanja, Tantahuatay (Coimolache) y Breapampa.

Los resultados en porcentaje de la disponibilidad mecánica y utilización efectiva de la flota de equipos involucrados en la operación de carguío y transporte, son mostrados de manera detallada en la tabla 22.

Tabla 22. Disponibilidad mecánica y utilización de equipos de Buenaventura

	Equipo	Disponibilidad mecánica (%)	Utilización (%)
<b>Minera La Zanja</b>	Excavadora Komatsu PC 600LC8	85	85
	Camión volquete Tolva RMB – 8 × 4 - 20 m <sup>3</sup>	85	85
	Camión volquete Tolva ACS - 6 × 4 - 15 m <sup>3</sup>	85	85
<b>Cía. Minera Coimolache Tantahuatay</b>	Excavadora sobre orugas - 329D CAT	85	85
	Camión volquete Actros 4143K-20 m <sup>3</sup>	85	85
	Camión volquete Tolva Fameca - B6 × 4 - 15 m <sup>3</sup>	85	85
<b>Cía. Minera Buenaventura Breapampa</b>	Excavadora CAT 329	85	85
	Camión volquete Volvo FMX 8 × 4 R - 15 m <sup>3</sup>	85	85
	Camión volquete Volvo FMX 6 × 4 R - 15 m <sup>3</sup>	85	85

Fuente: Departamento de Planeamiento de la Compañía de Minas Buenaventura.

Fuente: Reproducido de Bazán 2016:132.

### 3.7.5. Carguío y transporte en operación de voladura

En Cía. Minera Coimolache, se respeta de manera estricta los estándares establecidos por el DS-024-2016- EM. Es así que en la operación de voladura se realiza solamente en el día y se debe despejar el área de influencia. El área de influencia de voladura para las personas es de 500 m y para los equipos de 300 m medidos en forma radial desde la periferia del área de disparo.

Para cumplir con este procedimiento, Multiservicios El Imperio en coordinación con Cía. Minera Coimolache y San Martín, que es la empresa que tiene a cargo la perforación y voladura, tienen establecido iniciar con el retiro de personal y equipos del área de influencia media hora antes del tiempo destinado para el almuerzo; es decir a las 11: 30 am se inicia a despejar el área de influencia de voladura y se desarrolla hasta antes de la 1: 00 pm. La operación de voladura se desarrolla en este periodo de tiempo aprovechando el receso para el almuerzo.

Para garantizar que el área de influencia esté despejada, se destina personal que desempeñan la función de vigías, cerrando accesos y restringiendo el ingreso de manera absoluta. Cía. Minera Coimolache a través de su área de planeamiento establece la cantidad de voladuras que se llevarán a cabo por mes. Cada voladura influye directamente en el tiempo disponible que tienen los equipos de carguío y transporte para operar.

En la tabla 23 se registran el número de voladuras programadas en los meses de agosto a noviembre del año 2017.

Tabla 23. Voladuras en Ciénaga Norte de agosto a noviembre del año 2017

VOLADURAS EN EL TAJO CIÉNAGA NORTE: AGOSTO - NOVIEMBRE		
MES	BANCOS	CANTIDAD DE VOLADURAS
Agosto	3948, 3964	4
Septiembre	3940, 3956, 3980	7
Octubre	3940, 3948	2
Noviembre	3932, 3940, 3964, 3980	5
TOTAL		18

### 3.7.6. Factores que incrementan tiempo del ciclo de carguío y transporte

Estos factores en nuestro estudio se han determinado a través de la observación en campo; a continuación, se detalla:

#### 3.7.6.1. Calidad de vías

La calidad está íntimamente ligado a su mantenimiento. El mantenimiento de vías en Ciénaga Norte involucra a conservar pisos nivelados libres de hendiduras o baches que desestabilicen al equipo, libres de rebabas producto de la interacción de la lluvia con las masas de rocas pulverizadas por el rodamiento de los camiones, cunetas limpias y estables que garanticen una adecuada evacuación del agua sin inundar la superficie de las vías y convertirlas en vías resbaladizas, además de contar con una correcta y adecuada señalización que permita al operador anticiparse a los peligros que tiene delante y/u obtener información para aumentar o disminuir velocidad en determinados tramos de las vías de transporte.

Las vías que tienen una deficiencia de mantenimiento restringen a los camiones volquete a realizar su recorrido a una velocidad apropiada, incumpliendo con la velocidad estándar; estas vías de transporte, en consecuencia, son las responsables del incremento del tiempo del ciclo. Los operadores en vías con incorrecto mantenimiento; por seguridad; disminuyen la velocidad para evitar derrapes, cuneteos y accidentes mayores.



Foto 7. Vía de transporte con lodo en el tajo Ciénaga Norte  
Coordenadas: E 754509, N 9254404, Cota 3956 m.s.n.m.

En Ciénaga Norte además se observó que un ancho de vías que cumple con el estándar (10 m) hace el transporte más fluido; pero un ancho menor al estándar no brinda confianza a los operadores al momento de operar, quienes se ven obligados a disminuir la velocidad cuando se encuentran con volquete que viajan en sentido contrario.

Un ancho de vías menor al estándar, también desemboca en una acumulación de volquetes; especialmente en zonas de carguío; puesto que los volquetes para ingresar a cargar deben esperar hasta que el volquete que les precede sea cargado y despeje la vía de ingreso al punto de carguío.



Foto 8. Un solo carril de ingreso al punto de carguío en el tajo Ciénaga Norte  
Coordenadas: E 754526, N 9254491, Cota 3964 m.s.n.m.

Además, un ancho de vías menor al estándar, repercute de manera similar en la excavadora; es decir, incrementa el tiempo del ciclo de carguío. En el primer pase; después de presentar el primer cucharón lleno, invierte más tiempo en el carguío con un solo carril en comparación con el carguío a doble carril, debido a que el volquete que termina de ser cargado debe retirarse despejando la vía para iniciar con el retroceso hasta el punto de carga del siguiente volquete, como se detalla en la tabla 24.

Tabla 24. Tiempo del primer pase de carguío a un carril y doble carril en el año 2017

ITEM	CARRIL	PASE 1	PASE 2	PASE 3	PASE 4	PASE 5	CAMBIO
1	Doble	0:00:32	0:00:22	0:00:21	0:00:17	0:00:13	0:00:07
2	Doble	0:00:41	0:00:18	0:00:18	0:00:16	0:00:11	0:00:06
3	Doble	0:00:34	0:00:21	0:00:15	0:00:17	0:00:11	0:00:06
4	Doble	0:00:39	0:00:19	0:00:17	0:00:25	0:00:12	0:00:05
5	Doble	0:00:33	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:11	0:00:07
6	Doble	0:00:37	0:00:16	0:00:20	0:00:14	0:00:13	0:00:06
7	Doble	0:00:29	0:00:17	0:00:16	0:00:18	0:00:13	0:00:06
8	Doble	0:00:36	0:00:20	0:00:16	0:00:17	0:00:11	0:00:07
9	Doble	0:00:30	0:00:17	0:00:19	0:00:15	0:00:12	0:00:07
10	Doble	0:00:30	0:00:16	0:00:17	0:00:14	0:00:12	0:00:06
<b>PROMEDIO</b>		<b>0:00:34</b>	<b>0:00:18</b>	<b>0:00:17</b>	<b>0:00:17</b>	<b>0:00:12</b>	<b>0:00:06</b>
11	Uno	0:00:38	0:00:14	0:00:19	0:00:16	0:00:10	0:00:04
12	Uno	0:00:43	0:00:15	0:00:17	0:00:14	0:00:14	0:00:05
13	Uno	0:00:49	0:00:15	0:00:16	0:00:17	0:00:12	0:00:04
14	Uno	0:00:42	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:11	0:00:05
15	Uno	0:00:44	0:00:16	0:00:18	0:00:17	0:00:13	0:00:04
16	Uno	0:00:41	0:00:15	0:00:16	0:00:16	0:00:13	0:00:05
17	Uno	0:00:38	0:00:18	0:00:14	0:00:18	0:00:11	0:00:06
18	Uno	0:00:44	0:00:15	0:00:21	0:00:14	0:00:12	0:00:04
19	Uno	0:00:38	0:00:18	0:00:16	0:00:17	0:00:13	0:00:05
20	Uno	0:00:41	0:00:17	0:00:18	0:00:14	0:00:17	0:00:05
<b>PROMEDIO</b>		<b>0:00:42</b>	<b>0:00:16</b>	<b>0:00:17</b>	<b>0:00:16</b>	<b>0:00:13</b>	<b>0:00:05</b>

### 3.7.6.2. Control de pisos en los frentes de carguío y descarga

El control de pisos en la operación de carguío y transporte en Ciénega Norte se refiere a que los frentes tanto de carguío como de descarga deben tener un piso nivelado y compacto.

Si los frentes presentan piso desnivelado, el volquete cargado al transitar por ellos reduce considerablemente su velocidad previniendo el suceso de caídas de rocas que se encuentran al borde de la tolva sobre la vía.

Al no tener un piso compacto, los equipos al transitar por estas áreas corren el riesgo de quedarse atollados y no puedan salir y de esta forma no permitan el tránsito normal y fluido de la flota de equipos. En consecuencia, no tener un control de pisos conlleva a incrementar el tiempo del ciclo.



Foto 9. Frente de carguío con hendiduras en el tajo Ciénaga Norte  
Coordenadas: E 754544, N 9254443, Cota 3972 m.s.n.m.

### 3.7.6.3. Velocidad de recorrido de los camiones volquete

En Ciénaga Norte se ha podido observar que los operadores de los equipos de transporte muchas veces realizan su trabajo a velocidades diferentes para un mismo tramo en las vías de transporte; esto implica que las unidades de la flota no mantienen una sincronía en cuanto a la duración del tiempo del ciclo.

Cuando los camiones volquete no tienen un ciclo constante, se genera desorden. Es así que cuando un volquete realiza el ciclo en un tiempo mayor a lo establecido las excavadoras van a presentar esperas y cuando el ciclo se completa en un tiempo menor al establecido se inicia la formación de los famosos cuellos de botella o acumulación de volquetes en las zonas de carga y descarga. En consecuencia, la velocidad se convierte en una causa principal para la generación de tiempos muertos en la operación de carguío y transporte.



Foto 10. Acumulación de volquetes en el DME  
Coordenadas: E 754238, N 9255372, Cota 3820 m.s.n.m

#### 3.7.6.4. Distancia

La distancia es directamente proporcional al tiempo del ciclo; es decir, si la distancia se incrementa, el tiempo del ciclo también se va a incrementar y viceversa.

Ciénaga Norte al no contar con un PAD propio, deriva su mineral para ser lixiviado en el PAD de Tantahuatay que se encuentra a una distancia que es aproximadamente el triple de distancia hacia el DME. En consecuencia, el tiempo del ciclo hacia el PAD es mucho mayor en comparación al tiempo del ciclo hacia el DME.

Cía. Minera Coimolache, para el año 2018 ha considerado iniciar la construcción de un PAD exclusivo para el tajo Ciénaga Norte ubicado a una menor distancia. Al concretarse este proyecto, se va a reducir considerablemente el tiempo del ciclo hacia el PAD y se logrará una mayor productividad de los equipos de transporte.

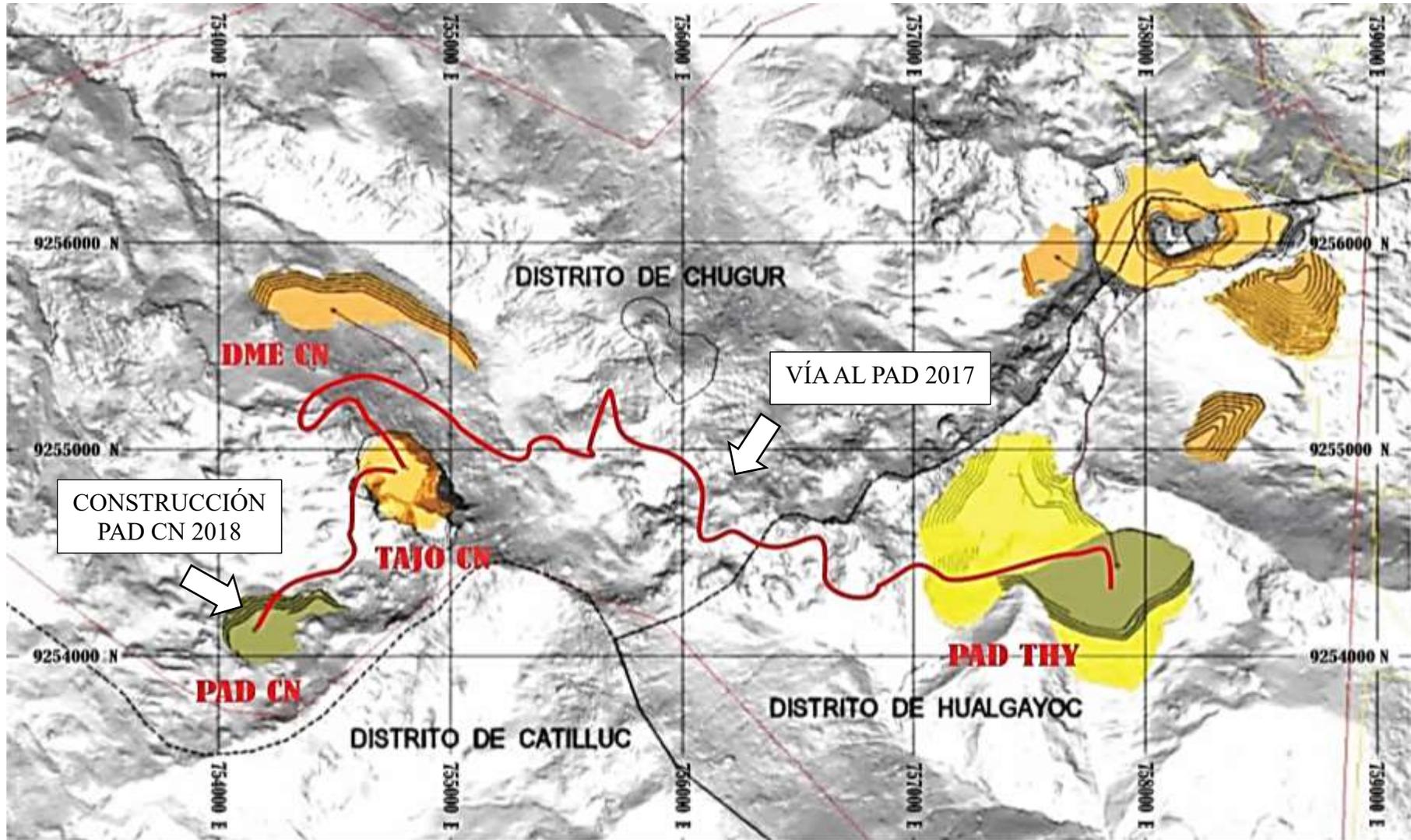


Figura 8. Construcción PAD Ciénaga Norte (PERUMIN, 2015)

### 3.7.6.5. Polvo

Un factor constante en las operaciones mineras y en Ciénaga Norte es la incesante generación de polvo originado por el rodamiento continuo de las llantas de los equipos sobre las vías de transporte. El tránsito de los camiones volquete y el viento propician que el polvo que se encuentra depositado sobre o alrededor de las vías se levante y empiece a expandirse. Este suceso es un factor determinante en la visibilidad de los operadores tanto en la zona de carguío como en las vías de transporte.

En las zonas de carga en presencia de polvo, el operador de excavadora presenta dificultades para realizar el carguío, incrementando el tiempo en los pases. En las vías de transporte genera que los operadores bajen sus velocidades por tema de seguridad y en consecuencia se genera un incremento en el tiempo del ciclo.



Foto 11. Generación de polvo en el Haul Road  
Coordenadas: E 754520, N 9254372, Cota 3967 m.s.n.m.

### 3.7.6.6. Floteo

Cuando es necesario trasladar maquinaria pesada tales como excavadoras, tractor oruga, rodillo y perforadoras de un punto a otro, se hace mayormente usando las vías principales de transporte; en esta actividad se toman medidas de seguridad. Estas medidas constan de un resguardo a las maquinarias pesadas con el uso de equipos livianos, mayormente camionetas 4x4; principalmente el equipo liviano delante de las maquinarias con la

finalidad de advertir sobre su presencia a los equipos de transporte. Los operadores de los camiones volquete al advertir el floteo de maquinaria, reducen la velocidad por seguridad y se genera una pequeña variación en el tiempo del ciclo.

El floteo hace referencia también al resguardo que se le da a la gente de comunidad como se muestra en la foto 12. Por política de la empresa, los comuneros tienen mayor derecho y preferencia en el uso de cualquier vía incluida las vías de transporte. Es así que cuando un comunero se encuentra desplazándose por las vías se le presta seguridad con un equipo liviano. De igual forma se procede cuando los animales de los comuneros se desplazan por las vías de transporte; inclusive aquí, la regla es parar hasta que la vía esté despejada.



Foto 12. Floteo de un comunero en la vía hacia el PAD  
Coordenadas: E 755425, N 9255062, Cota 3826 m.s.n.m.

#### 3.7.6.7. Bolonería

En el Tajo Ciénaga Norte, la presencia de bolonería se da generalmente en las zonas cercanas a superficie que presentan una importante cantidad de fracturamiento. Estas fracturas permiten que los gases producto de la voladura escapen por ellas sin darles tiempo a que interactúen y fragmenten la roca a un tamaño adecuado para el carguío y a una fragmentación requerida en el PAD 6 - 8" aproximadamente.

Cuando se tiene presencia de bolonería, es necesario romper los bancos para facilitar el carguío y el transporte; este procedimiento se lleva a cabo con el picotón. El picotón requiere de un cierto tiempo para realizar su trabajo, concluida la tarea del rompimiento de bancos se procede a cargar.



Foto 13. Presencia de bolonería en el tajo Ciénaga Norte  
Coordenadas: E 754599, N 9254496, Cota: 3972 m.s.n.m.

Aunque la presencia de bolonería es un acontecimiento poco frecuente, interviene significativamente en el tiempo del ciclo. Es así que una excavadora CAT 336 para cargar un camión de 15 m<sup>3</sup> necesita de 7 pases y utiliza aproximadamente el doble del tiempo en comparación al carguío de material adecuadamente fragmentado.

### 3.7.7. Transporte realizado en los meses agosto - noviembre

El área de control de proyectos de Multiservicios El Imperio es la encargada de realizar el seguimiento de la cantidad transportada de material ya sea mineral o desmonte; de manera paralela, dicha cantidad es permanentemente corroborada por el área de topografía.

En las tablas 25, 26, 27 y 28 se detallan las cantidades de material transportado en los meses agosto – noviembre del año 2017.

Tabla 25. Material transportado en agosto del año 2017

<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EN AGOSTO</b>					
<b>TAJO CN</b>	<b>Unidad</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
<b># de días</b>		<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
Mineral	ton	54098	55927	25717	85411
Mat. Estéril	ton	46404	20633	70723	15387
<b>Total</b>	<b>ton</b>	<b>100502.136</b>	<b>76560.246</b>	<b>96440.085</b>	<b>100798.047</b>

Tabla 26. Material transportado en septiembre del año 2017

<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EN SEPTIEMBRE</b>					
<b>TAJO CN</b>	<b>Unidad</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
<b># de días</b>		<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
Mineral	ton	55385	56637	63350	69371
Mat. Estéril	ton	36390	20380	23496	47286
<b>Total</b>	<b>ton</b>	<b>91774.8</b>	<b>77016.24</b>	<b>86846.4</b>	<b>116656.56</b>

Tabla 27. Material transportado en octubre del año 2017

<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EN OCTUBRE</b>					
<b>TAJO CN</b>	<b>Unidad</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
<b># de días</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
Mineral	ton	87273	72621	98435	
Mat. Estéril	ton	23390	67053	34073	
<b>Total</b>	<b>ton</b>	<b>110662.56</b>	<b>139673.52</b>	<b>132507.36</b>	

Tabla 28. Material transportado en noviembre del año 2017

<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EN NOVIEMBRE</b>					
<b>TAJO CN</b>	<b>Unidad</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
<b># de días</b>		<b>5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
Mineral	ton	40399	64596	68660	53735
Mat. Estéril	ton	18884	25265	51911	19275
<b>Total</b>	<b>ton</b>	<b>59282.6979</b>	<b>89861.73453</b>	<b>120571.0055</b>	<b>73009</b>

El transporte del material de mineral y desmote, mensualmente ha significado un costo que se detalla en la tabla 29.

Tabla 29. Costo total de carguío y transporte de agosto a noviembre del año 2017

<b>COSTO DEL MATERIAL TRANSPORTADO (\$)</b>			
<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>
278 105	563 423	614 612	471 121

### **3.8. Estimación de flota de equipos**

#### **3.8.1. Estandarización del tiempo del ciclo de carguío y transporte**

La estandarización del tiempo del ciclo de carguío y transporte consiste en establecer un tiempo uniforme en el cual los volquetes deben completar un ciclo de las operaciones de carguío y transporte. Al tiempo estandarizado, en este estudio se denomina tiempo estimado. Para determinar el tiempo estimado del ciclo de carguío y transporte se ha considerado como tiempos fijos a los tiempos de carga y descarga y se han tomado los tiempos promedios reales; en consecuencia, queda por estimar los tiempos de maniobras y tiempos de transporte.

##### **3.8.1.1. Tiempos de maniobras de carga y descarga**

Los equipos de transporte, en el trayecto de su ciclo, necesitan realizar una serie de maniobras que les permita posicionarse de manera adecuada tanto para el carguío y para la descarga de materiales de minado. Al posicionamiento llevado a cabo mediante el retroceso recorriendo un determinado tramo de vía se le denomina maniobras. Estas maniobras son consideradas de cuidado, puesto que se necesita de pericia al operar un volquete de retroceso para posicionarlo en el sitio exacto.

Para garantizar una ejecución correcta de las maniobras, los operadores son capacitados mediante una inducción específica sobre los procedimientos de trabajo seguro y se realiza un seguimiento constante por parte del área de seguridad. En la operación se considera dos maniobras que son las siguientes:

##### **a) Maniobra de posicionamiento para cargar**

Las maniobras de posicionamiento para cargar, ya sea mineral o desmonte se realiza en cada polígono del tajo. Cabe indicar que el tajo está dividido en bancos, cada banco se compone a su vez de proyectos y cada proyecto está dividido en polígonos; los polígonos son divididos teniendo en cuenta la ley de Au. del material a cargar (desmonte, ley baja, ley media, ley alta y ley súper alta) y son los que establecen el destino de los materiales de minado ya sea hacia el PAD o al DME.

Tabla 30. División de polígonos considerando ley de Au.

Polígonos	Representación	Ley Au (g/ton)
Ley super alta	magenta	Mayor a 1.5
Ley alta	rojo	0.8 a 1.5
Ley media	naranja	0.4 a 0.8
Ley baja	verde	0.15 a 0.4
Desmante	azul	Menor a 0.15

En el tajo Ciénaga Norte, los volquetes para posicionarse en el punto de carguío, el cual está ubicado en cada polígono lo hace frontalmente girando en curva por delante de la plataforma de carguío, para luego ingresar de retroceso por el carril de carguío hasta el punto a ser cargado como se bosqueja en la figura 9. El volquete en esta maniobra hace un recorrido de retroceso de 20 m a una velocidad de 5 km/h.

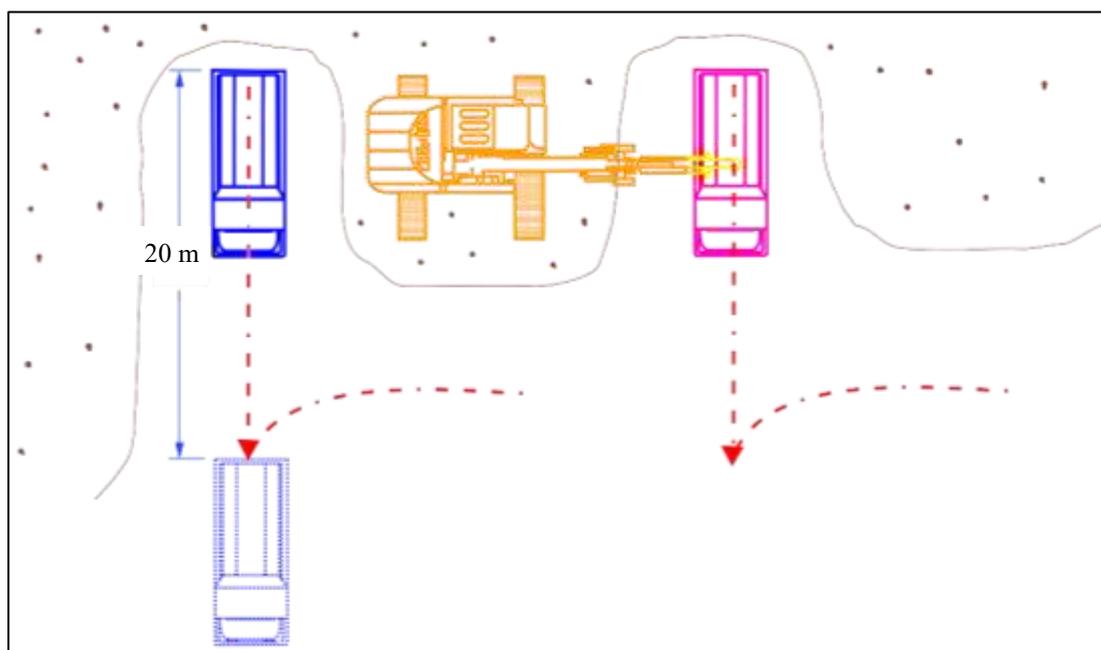


Figura 9. Maniobra de carga en el tajo Ciénaga Norte

$$\text{Tiempo de Posicionamiento carga} = \frac{20 \text{ m}}{5 \text{ Km/h}} \Rightarrow = 15 \text{ s aproximadamente}$$

b) Maniobras de posicionamiento para descargar

El ingreso a la zona de descarga tanto en el PAD como en el DME es por el lado izquierdo, bordeando el óvalo de cambio de sentido de tránsito. La secuencia de descarga es de

derecha a izquierda, en caso de estar presente un volquete descargando en la plataforma, el volquete ingresara paralelo al volquete descargando con una distancia de 10 m.

El operador de volquete al identificar el cono colocado por el cuadrador y/o la descarga del volquete anterior, retrocederá perpendicularmente a la cresta y se detendrá a 0.5 m del muro de descarga como se bosqueja en la figura 10. La distancia que se recorre los volquetes en esta maniobra es de 15 m a 5 km/h.

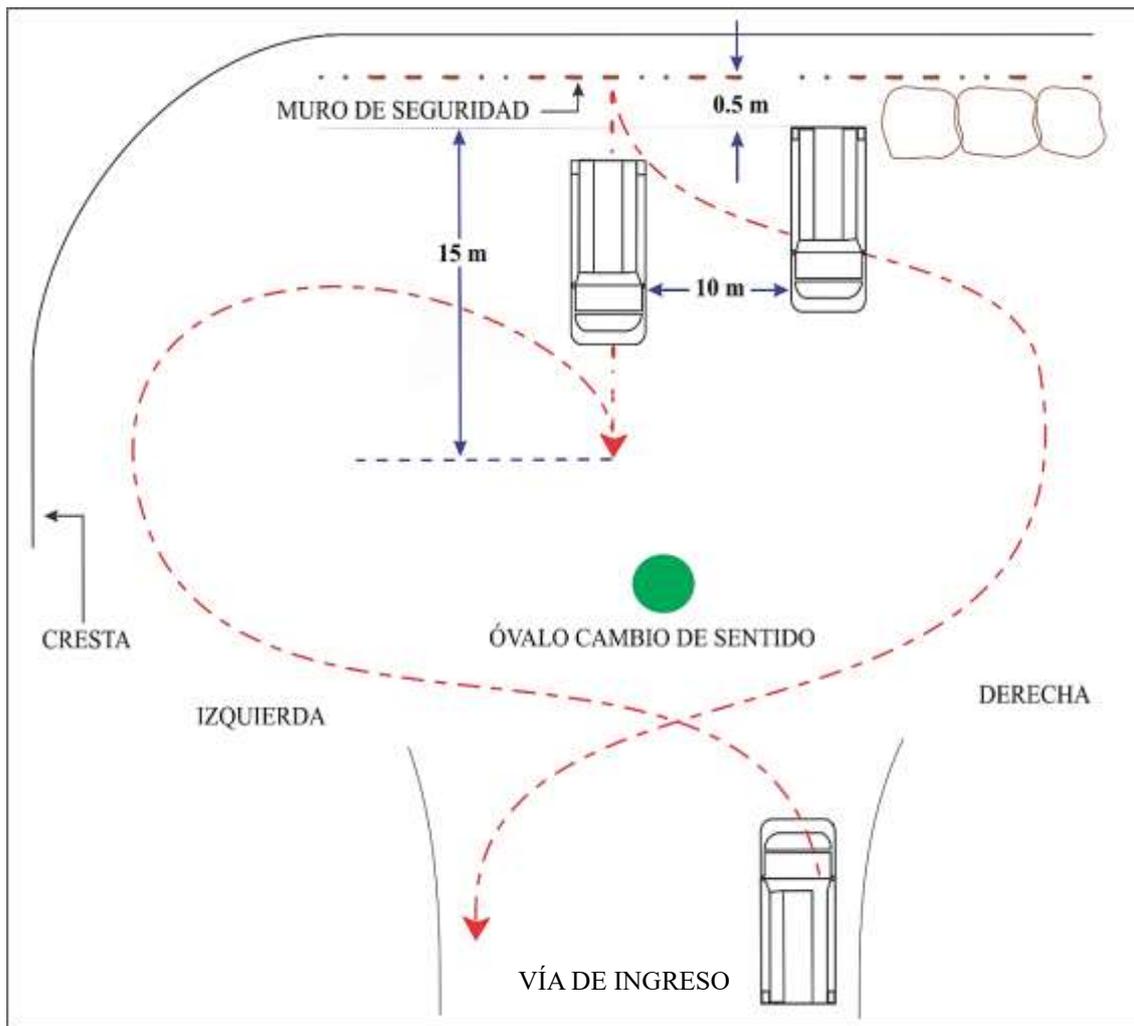


Figura 10. Maniobra de descarga en el PAD y DME

El tiempo de posicionamiento que invierten los operadores de los camiones volquete en esta maniobra es de:

$$\text{Tiempo de Posicionamiento descarga} = \frac{15 \text{ m}}{5 \text{ Km/h}} \Rightarrow 11 \text{ s aproximadamente}$$

### 3.8.1.2. Estimación del tiempo de transporte

Hace referencia al recorrido que realiza el volquete cargado, sumado el recorrido del volquete vacío. Para determinar el tiempo estimado de transporte se ha recolectado datos de la topografía de las vías y se ha establecido una velocidad estándar.

#### a) Topografía del terreno

La topografía del terreno condiciona las velocidades de desempeño de los volquetes, las velocidades a su vez vuelven a condicionar el tiempo del ciclo. Cada pendiente, ya sea positiva o negativa requiere de una velocidad particular para que las unidades de transporte realicen su recorrido de manera eficiente y segura. Cada una de las vías de transporte está conformada por tramos con pendiente positiva, negativa y horizontal. Las pendientes encontradas en las rutas de los camiones volquete cumplen de manera estricta el DS - 024 - 2016 - EM que establece que las pendientes máximas en las rutas de transporte no debe pasar del 12%.

Es necesario indicar que para este estudio las pendientes de los tramos de cada una de las dos vías de transporte han sido calificadas como positiva o negativa teniendo en cuenta las pendientes que enfrentan los camiones cargados o en la ida; esto conlleva a que los camiones vacíos o en el retorno enfrenten pendientes contrarias; es decir, si en la ida el volquete recorrió un tramo con pendiente positiva, al retorno recorrerá el mismo tramo pero con pendiente negativa y viceversa.

Los datos de las pendientes de las vías se detallan en el anexo 3 y anexo 4.

#### b) Establecimiento de velocidad estándar de los volquetes

Para lograr una sincronía en las velocidades de los equipos de transporte, se ha muestreado las velocidades a las que van los volquetes recorriendo tramos horizontales, y con pendiente positiva y pendiente negativa.

Los datos se muestran en el anexo 6. Estos datos ha permitido estandarizar velocidades promedio tanto para los volquetes cargados como para los vacíos y cada uno asociados a

una determinada pendiente; puesto que no es lo mismo que un volquete realice el transporte en un tramo horizontal a que lo haga con pendiente ya sea positiva o negativa; estas velocidades estándar permite encontrar el tiempo del ciclo que deberían tener las unidades de transporte.

En la tabla 31 se presentan las velocidades estandarizadas de acuerdo a las pendientes que conforman cada una de las vías de transporte.

Tabla 31. Velocidades estándar de los volquetes de acuerdo a las pendientes

Vías de transporte		Velocidad (km/h)	
Descripción	Pendiente (%)	Cargado	Vacío
Negativas	- 9 – - 12	22	30
	- 3 – - 8	26	35
Horizontal	- 2 – + 2	30	40
Positivas	+ 3 – + 8	26	35
	+ 9 – + 12	22	28

c) Cálculo del tiempo estimado de transporte (ida más retorno)

El tiempo de ida abarca al tiempo que los camiones cargados invierten en recorrer desde el punto de carguío hasta el inicio de la maniobra de descarga en el PAD o DME; el tiempo de retorno comprende el tiempo de recorrido del camión vacío desde que finaliza la descarga hasta el inicio de la maniobra para cargar en el Tajo.

Cada volquete debe realizar el transporte a una determinada velocidad, llamada en este estudio velocidad estándar, la cual ha sido establecida en la tabla 31.

Para encontrar el tiempo de ida más el tiempo de retorno, se ha relacionado la distancia de cada tramo con su respectiva pendiente y además de su velocidad estandarizada. La sumatoria de los tiempos de cada tramo brindan el tiempo estimado de transporte.

Cabe indicar que los volquetes en zona operativa al llegar o salir del punto de carga y descarga, avanzará con una velocidad de 10 km/h cuando está cargado y 15 km/h cuando está vacío en un tramo promedio de 80 - 120 m, por tema de seguridad. Estas velocidades se han establecido teniendo en cuenta la presencia de equipos auxiliares y material humano en zonas operativas.

- Tiempo estimado para transporte de estéril: tajo - DME

Tabla 32. Tiempo estimado para transporte de estéril en agosto del año 2017

AGOSTO			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	100	0	10	0.60	15	0.40
P2 - P3	210	12	22	0.57	30	0.42
P3 - P4	115	0	30	0.23	40	0.17
P4 - ingreso nivel 3980	186	9	22	0.51	30	0.37
ingreso nivel 3980 - ingreso tajo	123	8	26	0.28	35	0.21
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - ingreso DME	370	-12	22	1.01	28	0.79
ingreso DME - P5	226	-9	22	0.62	28	0.48
P5 - P descarga	100	0	10	0.60	15	0.40
<b>TOTAL</b>	<b>2765</b>			7.91		5.96
			<b>TOTAL</b>	<b>13.87 = 0:13:51</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

Tabla 33. Tiempo estimado para transporte de estéril en septiembre del año 2017

SEPTIEMBRE			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	100	0	10	0.60	15	0.40
P2 - ingreso nivel 3980	187	7	26	0.43	35	0.32
ingreso nivel 3980 - ingreso tajo	123	8	26	0.28	35	0.21
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - ingreso DME	370	-12	22	1.01	28	0.79
ingreso DME - P3	142	-7	26	0.33	35	0.24
P3 - P4	65	-10	22	0.18	28	0.14
P4 - P5	66	0	30	0.13	35	0.11
P5 - P descarga	100	0	10	0.60	15	0.40
<b>TOTAL</b>	<b>2488</b>			7.05		5.33
			<b>TOTAL</b>	<b>12.38 = 0:12:22</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

Tabla 34. Tiempo estimado para transporte de estéril en octubre del año 2017

OCTUBRE			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	130	0	10	0.78	15	0.52
P2 - P3	80	10	20	0.24	30	0.16
P3 - ingreso nivel 3980	160	9	20	0.48	30	0.32
ingreso nivel 3980 - ingreso tajo	123	8	26	0.28	35	0.21
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - ingreso DME	370	-12	22	1.01	28	0.79
ingreso DME - P4	180	-9	22	0.49	28	0.39
P4 - P5	87	-10	22	0.24	28	0.19
P5 - P descarga	120	-2	10	0.72	15	0.48
<b>TOTAL</b>	<b>2585</b>			7.73		5.76
			<b>TOTAL</b>	<b>13.49 = 0:13:29</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

Tabla 35. Tiempo estimado para transporte de estéril en noviembre del año 2017

NOVIEMBRE			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	112	2	10	0.67	15	0.45
P2 - P3	80	6	26	0.18	35	0.14
P3 - P4	80	10	22	0.22	30	0.16
P4 - ingreso nivel 3980	342	9	22	0.93	30	0.68
ingreso nivel 3980 - ingreso tajo	123	8	26	0.28	35	0.21
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - ingreso DME	370	-12	22	1.01	28	0.79
ingreso DME - P5	80	-1	30	0.16	40	0.12
P5 - P descarga	90	-1	10	0.54	15	0.36
<b>TOTAL</b>	<b>2612</b>			7.49		5.62
			<b>TOTAL</b>	<b>13.11</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

- Tiempo estimado para transporte de mineral: tajo – PAD

Tabla 36. Tiempo estimado para transporte de mineral en agosto del año 2017

AGOSTO			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga -P2	100	0	10	0.60	15	0.40
P2 – nivel 3964	90	0	30	0.18	40	0.14
nivel 3964 – ingreso tajo	308	8	26	0.71	35	0.53
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-9	22	0.98	28	0.77
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - piezómetro	560	-10	22	1.53	28	1.20
piezómetro - cruce bravo 4	220	10	22	0.60	30	0.44
cruce bravo 4 - separador curva	312	8	26	0.72	35	0.53
separador curva - curva parqueo	1133	9	22	3.09	30	2.27
curva parqueo - ingreso garita	150	1	30	0.30	40	0.23
ingreso garita - fin garita	90	0	30	0.18	40	0.14
fin garita - polvorín	650	-9	22	1.77	28	1.39
polvorín - cruce cancha RR.SS	416	-7	26	0.96	35	0.71
cancha RR SS - ovalo llantas	782	10	22	2.13	30	1.56
ovalo llantas - cruce chancadora	60	0	30	0.12	40	0.09
cruce chancadora- cruce tajo thy	155	-12	22	0.42	28	0.33
cruce tajo thy - P4	100	-8	26	0.23	35	0.17
P4 - P5	48	-3	26	0.11	35	0.08
P5 - P6	120	-9	22	0.33	28	0.26
P6 - P7	170	-2	30	0.34	40	0.26
P7 - P8	180	-10	22	0.49	28	0.39
P8 - P9	260	0	30	0.52	40	0.39
P9 - P descarga	100	0	10	0.60	15	0.40
<b>TOTAL</b>	<b>7339</b>			<b>19.58</b>		<b>14.76</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>34.34 = 0:34:20</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

Tabla 37. Tiempo estimado para transporte de mineral en septiembre del año 2017

SEPTIEMBRE			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	100	0	10	0.60	15	0.40
P2 - nivel 3964	90	0	30	0.18	40	0.14
nivel 3964 – ingreso tajo	308	8	26	0.71	35	0.53
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - piezómetro	560	-10	22	1.53	28	1.20
piezómetro - cruce bravo 4	220	10	22	0.60	30	0.44
cruce bravo 4 - separador curva	312	8	26	0.72	35	0.53
separador curva - curva parqueo	1133	9	22	3.09	30	2.27
curva parqueo - ingreso garita	150	1	30	0.30	40	0.23
ingreso garita - fin garita	90	0	30	0.18	40	0.14
fin garita - polvorín	650	-9	22	1.77	28	1.39
polvorín - cruce cancha RR.SS	416	-7	26	0.96	35	0.71
cancha RR SS - ovalo llantas	782	10	22	2.13	30	1.56
ovalo llantas - cruce chancadora	60	0	30	0.12	40	0.09
cruce chancadora- cruce tajo thy	155	-12	22	0.42	28	0.33
cruce tajo thy - P3	216	-8	26	0.50	35	0.37
P3 - P4	255	0	30	0.51	40	0.38
P4 - P5	390	-2	30	0.78	40	0.59
P5 - P descarga	100	0	10	0.60	15	0.40
<b>TROTAL</b>	<b>7322</b>			<b>19.19</b>		<b>14.40</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>33.59 = 0:33:35</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

Tabla 38. Tiempo estimado para transporte de mineral en octubre del año 2017

OCTUBRE			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	100	0	10	0.60	15	0.40
P2 - P3	170	0	30	0.34	40	0.26
P3 - P4	70	8	26	0.16	35	0.12
P4 - nivel 3964	50	5	26	0.12	35	0.09
nivel 3964 - ingreso tajo	308	8	26	0.71	35	0.53
ingreso tajo - letrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
letrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - letrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
letrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - piezómetro	560	-10	22	1.53	28	1.20
piezómetro - cruce bravo 4	220	10	22	0.60	30	0.44
cruce bravo 4 - separador curva	312	8	26	0.72	35	0.53
separador curva - curva parqueo	1133	9	22	3.09	30	2.27
curva parqueo - ingreso garita	150	1	30	0.30	40	0.23
ingreso garita - fin garita	90	0	30	0.18	40	0.14
fin garita - polvorín	650	-9	22	1.77	28	1.39
polvorín - cruce cancha RR.SS	416	-7	26	0.96	35	0.71
cancha RR SS - ovalo llantas	782	10	22	2.13	30	1.56
ovalo llantas - cruce chancadora	60	0	30	0.12	40	0.09
cruce chancadora- cruce tajo thy	155	-12	22	0.42	28	0.33
cruce tajo thy - P5	216	-8	26	0.50	35	0.37
P5 - P6	165	0	30	0.33	40	0.25
P6 - P7	210	-8	26	0.48	35	0.36
P7 - P8	102	-2	30	0.20	40	0.15
P8 - P descarga	100	0	10	0.60	15	0.40
<b>TOTAL</b>	<b>7354</b>			<b>19.36</b>		<b>14.52</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>33.88 = 0:33:52</b>		

Nota: (\*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.

Tabla 39. Tiempo estimado para transporte de mineral en noviembre del año 2017

NOVIEMBRE			CARGADO		VACÍO	
Descripción (*)	Distancia (m)	Pendiente (%)	Velocidad (Km/h)	T (min)	Velocidad (Km/h)	T (min)
P carga - P2	100	1	10	0.60	10	0.60
P2 - P3	236	7	26	0.54	35	0.40
P3 - P4	70	8	26	0.16	35	0.12
P4 – nivel 3964	50	5	26	0.12	35	0.09
nivel 3964 – ingreso tajo	308	8	26	0.71	35	0.53
ingreso tajo - lebrero sonido	165	-10	22	0.45	28	0.35
lebrero sonido - curva stock	360	-8	26	0.83	35	0.62
curva stock - lebrero velocidad	248	-9	22	0.68	28	0.53
lebrero velocidad - cruce DME	562	-10	22	1.53	28	1.20
cruce DME - piezómetro	560	-10	22	1.53	28	1.20
piezómetro - cruce bravo 4	220	10	22	0.60	30	0.44
cruce bravo 4 - separador curva	312	8	26	0.72	35	0.53
separador curva - curva parqueo	1133	9	22	3.09	30	2.27
curva parqueo - ingreso garita	150	1	30	0.30	40	0.23
ingreso garita - fin garita	90	0	30	0.18	40	0.14
fin garita - polvorín	650	-9	22	1.77	28	1.39
polvorín - cruce cancha RR.SS	416	-7	26	0.96	35	0.71
cancha RR SS - ovalo llantas	782	10	22	2.13	30	1.56
ovalo llantas - cruce chancadora	60	0	30	0.12	40	0.09
cruce chancadora- cruce tajo thy	155	-12	22	0.42	28	0.33
cruce tajo thy - P6	216	-8	26	0.50	35	0.37
P6 - P7	155	0	30	0.31	40	0.23
P7 - P8	312	-7	26	0.72	35	0.53
P8 - P descarga	100	-1	10	0.60	10	0.60
<b>TOTAL</b>	<b>7410</b>			<b>19.58</b>		<b>15.08</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>34.65 = 0:34:39</b>		
Nota: (*) P hace referencia a un punto variable con el tiempo debido a la constante modificación topográfica por retiro de material del tajo y acumulación de material en el PAD y en el DME.						

En la tabla 40 se muestra en resumen el tiempo estimado de transporte para las dos vías: tajo - PAD y tajo - DME; de los meses agosto a noviembre del año 2017.

Tabla 40. Tiempo estimado para transporte de mineral y estéril en el 2017

TIEMPO DE TRANSPORTE		
MES	Mineral (hh:mm:ss)	Estéril (hh:mm:ss)
AGOSTO	0:34:20	0:13:51
SEPTIEMBRE	0:33:35	0:12:22
OCTUBRE	0:33:52	0:13:29
NOVIEMBRE	0:34:39	0:13:06

### 3.8.1.3. Cálculo del tiempo estandarizado del ciclo de carguío y transporte

Para calcular el tiempo estandarizado o estimado del ciclo de carguío y transporte se usa la siguiente formula:

$$TC = Tc + TR + TM + TD$$

Donde:

TC = Tiempo del ciclo de carguío y transporte

Tc = Tiempo de carguío

TR = Tiempo de recorrido (ida + retorno)

TM = Tiempo de maniobras

TD = Tiempo de descarga.

Se ha determinado el tiempo del ciclo para cada mes estudiado, las tablas 41 y 42 detallan los resultados de los tiempos para la vía tajo – PAD y tajo – DME respectivamente.

Tabla 41. Tiempo estandarizado de carguío y transporte de mineral para el año 2017

<b>TIEMPO DEL CICLO DE CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MINERAL (hh:mm:ss)</b>				
<b>Tiempos</b>	<b>agosto</b>	<b>septiembre</b>	<b>octubre</b>	<b>noviembre</b>
Tiempo de carguío + Excavación	0:02:08	0:02:08	0:02:08	0:02:08
Tiempo de recorrido (ida + retorno)	0:34:20	0:33:35	0:33:52	0:34:39
Tiempo de maniobras	0:00:26	0:00:26	0:00:26	0:00:26
Tiempo de descarga	0:01:27	0:01:27	0:01:28	0:01:27
<b>Tiempo total estandarizado</b>	<b>0:38:21</b>	<b>0:37:36</b>	<b>0:37:54</b>	<b>0:38:40</b>

Tabla 42. Tiempo estandarizado de carguío y transporte de estéril para el año 2017

<b>TIEMPO DEL CICLO DE CARGUÍO Y TRANSPORTE DE ESTÉRIL (hh:mm:ss)</b>				
<b>Tiempos</b>	<b>agosto</b>	<b>septiembre</b>	<b>octubre</b>	<b>noviembre</b>
Tiempo de carguío	0:02:08	0:02:08	0:02:08	0:02:08
Tiempo de recorrido (ida + retorno)	0:13:51	0:12:22	0:13:29	0:13:06
Tiempo de maniobras	0:00:26	0:00:26	0:00:26	0:00:26
Tiempo de descarga	0:01:29	0:01:29	0:01:29	0:01:30
<b>Tiempo total estandarizado</b>	<b>0:17:54</b>	<b>0:16:25</b>	<b>0:17:32</b>	<b>0:17:10</b>

### 3.8.2. Cálculo de flota de carguío y transporte mediante factor de acoplamiento

Calcular la flota de carguío y transporte mediante el factor de acoplamiento permite establecer una relación adecuada entre los equipos de carguío y equipos de transporte que permita optimizar la producción diaria en Ciénaga Norte.

Para tal fin, se elaboró una herramienta de diseño de flotas en Excel tomando como base herramientas diseñadas en estudios de movimiento de tierras, la cual tiene como fundamentos la teoría del factor de acoplamiento, tiempos estandarizados del ciclo de carguío - transporte y producción.

La herramienta diseñada trabaja en dos fases: en la primera fase realiza un cálculo del número óptimo de equipos de transporte asociados a una unidad de carguío teniendo en cuenta el tiempo del ciclo total de carguío – transporte entre el tiempo de carguío en la que se incluye el tiempo de excavación. En la segunda fase, la herramienta presenta el número de equipos de transporte óptimos para una determinada producción requerida por guardia y en un determinado tiempo; a la vez presenta el factor de acoplamiento expresado en % teniendo en cuenta la producción del número de equipos de transporte óptimos para cumplir la producción requerida en relación a la producción del equipo de carguío. Para llegar a un factor de acoplamiento adecuado o próximo del 100%, se debe realizar un reajuste de las metas de producción por guardia, de esta manera la flota de equipos no solo cumplirá con las metas de producción sino también será más eficiente.

La herramienta analiza dos diseños de flota en simultaneo: El diseño con transporte óptimo es cuando los volquetes se encuentran trabajando toda la guardia sin presentar paradas, mientras que la excavadora va a presentar ciertos periodos de espera. El diseño de carguío óptimo es cuando la excavadora se encuentra trabajando constantemente sin paradas, para cumplir este diseño necesita de un número apropiado de volquetes que se acople adecuadamente, es decir necesita un factor de acoplamiento cercano al 100%.

Para trabajar con la herramienta de diseño de flotas, es necesario conocer la densidad y el volumen de material que traslada los volquetes en cada viaje. Para determinar el volumen, se trabaja con el factor de carga contractual que se origina al contraste con los volúmenes movidos registrados por el área de topografía. Los datos se muestran en la tabla 43.

Tabla 43. Densidad y factor de carga de agosto a noviembre en el año 2017

MES	DS (ton/m3)	DI (ton/m3)	Esponjamiento (%)	FACTOR DE CARGA VOLQUETE	
				Factor de carga (%)	Volumen (m3)
Agosto	1.62	2.22	37.0	109	16.3841
Setiembre	1.62	2.24	38.1	110	16.5723
Octubre	1.62	2.24	38.1	110	16.5723
Noviembre	1.62	2.24	38.1	108	16.2035

La tabla 43 muestra un factor de carga por encima del 100%, frente a estos datos cabe indicar que la capacidad de 15 m<sup>3</sup> de la tolva del volquete se encuentra por debajo de la rasante de dicha tolva y para aumentar el rendimiento, el volquete en cada viaje es cargado con más de 15 m<sup>3</sup> de material.

Se debe conocer también que Multiservicios El Imperio trabaja con 2 guardias por día. La guardia noche inicia a las 7:00 pm y culmina a las 6 :00 am, la guardia día inicia a las 7:00 am y culmina a las 6:00 pm; es decir, cada guardia tiene 11 horas, de las cuales 1 hora está destinada para refrigerio y/o almuerzo y aproximadamente 40 minutos al reparto de guardia, revisión de equipo u otro imprevisto. Por lo tanto, cada guardia tiene 9.33 horas para producir. El costo por hora para la excavadora CAT 336 y volquete de 15 m<sup>3</sup> es de 100 y 20 \$ respectivamente.

Además, se debe tener en cuenta que la empresa debe abastecer constantemente toda la guardia con mineral al PAD para realizar el blending que consiste en la mezcla de minerales procedentes de tajos diferentes; en este caso son dos descargas de mineral procedente del tajo Tantahuatay y una descarga de mineral procedente del tajo Ciénaga Norte. Es así que obliga a trabajar con una excavadora exclusiva para carguío de mineral y en consecuencia se debe tener otra excavadora para carguío de desmonte.

Ahora; si la producción requerida de mineral y desmonte pudiera ser cumplida con una sola excavadora, se tendría que fraccionar el tiempo de la guardia para transportar primero mineral y luego desmonte o viceversa; si este método de trabajo fuera posible; la herramienta diseñada permite también calcular la flota de equipos para optimizar la producción.

En la figura 11 se muestra de manera general la herramienta de diseño de flotas que permite calcular la flota de equipos de carguío y transporte para optimizar la producción.

**HERRAMIENTA PARA OPTIMIZACIÓN DE FLOTAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS**

<b>PROYECTO:</b>		<b>CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIALES DE MINADO</b>			<b>P/G (Ton):</b>	3379.32
<b>FRENTE:</b>	TAJO CIÉNAGA NORTE	<b>RESPONSABLE:</b>	A. MALIMBA V.		<b>P/G(m3):</b>	1043
<b>MATERIAL:</b>	MINERAL	<b>CAPACIDAD VOLQUETE:</b>	15	m3	<b>H/G:</b>	9.33
<b>DENSIDAD:</b>	1.62 Tn/m3	<b>FACTOR CARGA VOLQUETE:</b>	109	%	<b>MES:</b>	AGOSTO
<b>FECHA:</b>	23/10/2018	<b>PRODUCCIÓN GUARDIA:</b>	2086	m3	<b>Ton/Volquete</b>	26.487 Ton

				N° Óptimo de volquetes				N° de volquetes	COSTO CARGUÍO ÓPTIMO		COSTO TRANSPORTE ÓPTIMO	
1		T CARGUÍO	0:02:08		Prod. Horaria carguío	460.44	m3/h		Costo horario Flota	360	Costo horario Flota	180
		T TRANSPORTE (Ida + retorno)	0:34:20		Prod. Guardia	4295.94	m3/g		Costo horario Equipo	100	Costo horario Equipo	100
		T MANIOBRAS	0:00:26		N° de viajes camión por hora	1.56			Costo horario Total	460	Costo horario Total	280
		T DESCARGA	0:01:27	<b>18</b>	Prod. Requerida por hora	223.58	m3/h	<b>9</b>	Producción / hora	460.44328	Producción / hora	230.2216
		<b>T TOTAL</b>	<b>0:38:21</b>	<b>32</b>	Prod. Camión por hora	25.58	m3/h	<b>FA</b>	Tiempo requerido	4:31:50	Tiempo requerido	9:03:39
								<b>50%</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>2083.99</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>2537.03</b>
1		T CARGUÍO	0:03:30		Prod. Horaria carguío	276.93	m3/h		Costo horario Flota	220	Costo horario Flota	180
		T TRANSPORTE (Ida + retorno)	0:33:35		Prod. Guardia	2583.75	m3/g		Costo horario Equipo	90	Costo horario Equipo	90
		T MANIOBRAS	0:00:26		N° de viajes camión por hora	1.54			Costo horario Total	310	Costo horario Total	270
		T DESCARGA	0:01:27	<b>11</b>	Prod. Requerida por hora	223.58	m3/h	<b>9</b>	Producción / hora	276.92899	Producción / hora	226.5782
		<b>T TOTAL</b>	<b>0:38:58</b>	<b>32</b>	Prod. Camión por hora	25.18	m3/h	<b>FA</b>	Tiempo requerido	7:31:57	Tiempo requerido	9:12:24
								<b>81.8%</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>2335.11</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>2485.76</b>
1		T CARGUÍO	0:01:50		Prod. Horaria carguío	547.90	m3/h		Costo horario Flota	420	Costo horario Flota	180
		T TRANSPORTE (Ida + retorno)	0:33:52		Prod. Guardia	5111.90	m3/g		Costo horario Equipo	120	Costo horario Equipo	120
		T MANIOBRAS	0:00:26		N° de viajes camión por hora	1.60			Costo horario Total	540	Costo horario Total	300
		T DESCARGA	0:01:28	<b>21</b>	Prod. Requerida por hora	223.58	m3/h	<b>9</b>	Producción / hora	547.8989362	Producción / hora	234.813829
		<b>T TOTAL</b>	<b>0:37:36</b>	<b>32</b>	Prod. Camión por hora	26.09	m3/h	<b>FA</b>	Tiempo requerido	3:48:26	Tiempo requerido	8:53:01
								<b>42.9%</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>2055.93</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>2665.09</b>

Figura 11. Herramienta de diseño de flotas (Elaborado con base en Gómez, 2011)

El resumen de los cálculos realizados en la herramienta de diseño de flotas se presenta en la tabla 44 y tabla 45. Dichas tablas detallan la cantidad de volquetes que se deben asignar por mes a cada excavadora, el costo que significa la flota por guardia, el tiempo necesario para cumplir con la producción y el factor de acoplamiento.

Tabla 44. Cálculos para transporte de mineral de agosto a noviembre del año 2017

RESUMEN DE CÁLCULOS PARA MINERAL							
DESCRIPCIÓN		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Unidades	
Producción horaria de la excavadora		460.44	469.63	465.91	456.67	m3/h	
Producción horaria del volquete		25.58	26.09	25.88	25.37	m3/h	
PRODUCCIÓN PROGRAMADA	Producción/ Guardia		2086	2268	2173	2193	m3/g
	Carguío Óptimo	N° de volquetes	18	18	18	18	
		Tiempo Requerido	4:31:50	4:47:08	4:37:18	4:50:48	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	2083.99	2201.31	2125.93	2229.43	\$
	Transporte Óptimo	N° volquetes	9	10	9	10	
		Tiempo Requerido	9:03:39	8:36:50	9:14:35	8:43:26	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	2537.03	2584.15	2588.09	2617.160494	\$
		Factor de Acoplamiento	50	55.6	50	55.6	%
	PRODUCCIÓN REAJUSTADA	Producción/ Guardia		4200	4200	4200	4000
Carguío Óptimo		N° de volquetes	18	18	18	18	
		Tiempo Requerido	9:07:18	8:51:43	8:55:58	8:50:24	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	4195.957	4076.50	4109.02	4066.453285	\$
Transporte Óptimo		N° volquetes	18	18	18	18	
		Tiempo Requerido	9:07:18	8:51:43	8:55:58	8:50:24	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	4195.957	4076.50	4109.02	4066.453285	\$
		Factor de Acoplamiento	100	100	100	100	%
Producción reajustada – Producción programada		2114.00	1932.00	2027.00	1807.00	m3/g	

Tabla 45. Cálculos para transporte de estéril de agosto a noviembre del año 2017

RESUMEN DE CÁLCULOS PARA ESTÉRIL							
DESCRIPCIÓN		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Unidades	
Producción horaria de la excavadora		496.01	480.98	506.44	459.84	m3/h	
Producción horaria del volquete		55.11	60.12	56.27	57.48	m3/h	
PRODUCCIÓN PROGRAMADA	Producción/ Guardia		1464	1030	1003	911	m3/g
	Carguío Óptimo	N° de volquetes	9	8	9	8	
		Tiempo Requerido	2:57:06	2:07:19	1:57:45	1:59:58	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	826.43	551.72	549.49	519.86	\$
	Transporte Óptimo	N° volquetes	3	2	2	2	
		Tiempo Requerido	8:51:17	8:29:17	8:49:52	7:59:52	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	1416.74	1188.31	1236.36	1119.69273	\$
		Factor de Acoplamiento	33.3	25.0	22.2	25.0	%
	PRODUCCIÓN REAJUSTADA	Producción/ Guardia		4200	4200	4400	4000
Carguío Óptimo		N° de volquetes	9	8	9	8	
		Tiempo Requerido	8:28:03	8:39:10	8:36:33	8:46:45	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	2370.91	2249.72	2410.53	2282.58	\$
Transporte Óptimo		N° volquetes	9	8	9	8	
		Tiempo Requerido	8:28:03	8:39:10	8:36:33	8:46:45	hh:mm:ss
		Costo Total / Guardia	2370.91	2249.72	2410.53	2282.58	\$
		Factor de Acoplamiento	100	100	100	100	%
Producción reajustada – Producción programada		2736.00	3170.00	3397.00	3089.00	m3/g	

### 3.8.3. Cumplimiento de producción programada con una excavadora

La producción programada de mineral y desmante será cumplida con una sola excavadora cuando la suma de los tiempos de los carguíos óptimos es menor al tiempo disponible por guardia.

Tabla 46. Tiempos de carguío óptimo de agosto a noviembre del año 2017

DESCRIPCIÓN		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Unidades
Horas carguío óptimo	Mineral	4:31:50	4:47:08	4:37:18	4:50:48	hh:mm:ss
	Desmante	2:57:06	2:07:19	1:57:45	1:59:58	hh:mm:ss
Horas totales requeridas		7:28:56	6:54:27	6:35:03	6:50:46	hh:mm:ss
Horas totales disponibles		09:20:00	09:20:00	09:20:00	09:20:00	hh:mm:ss
Tiempo restante		111.07	145.55	164.96	149.24	min

Al verificar la tabla 46 se deduce que la suma de los tiempos de carguío óptimo de mineral y desmante por guardia es menor al tiempo disponible para trabajar. Entonces una sola excavadora es capaz de abastecerse para cargar todo el tonelaje requerido de mineral y desmante.

Con este método de trabajo; la excavadora se encuentra trabajando de manera continua y necesita de la flota de camiones cuyo factor de acoplamiento sea el 100%; es decir, toda la flota de los camiones volquete trabaja para transportar el mineral al PAD; en cambio para transportar el desmante al DME, solamente se usan los que cumplen con el factor de acoplamiento óptimo, lo que conlleva a parar algunos equipos de transporte.

### 3.8.4. Número de equipos de la flota en campo para optimizar la producción.

Después de encontrar el número de equipos que conforman la flota mediante el factor de acoplamiento, se calculó el número de volquetes necesarios en campo teniendo en cuenta la disponibilidad mecánica.

El cálculo se ha realizado para cumplir con la producción requerida en el programa mensual de minado establecido por Cía. Minera Coimolache. La tabla 47 detalla la cantidad de excavadoras y volquetes que debe conformar la flota de equipos de carguío y transporte en campo.

Tabla 47. Equipos en campo de acuerdo a diseño de flota para el año 2017

DISEÑO	MES	Factor de Acoplamiento		DISPONIB. MECÁNICA	Equipos en campo	
		Excavadoras	Volquetes		Excavadoras	Volquetes
TRANSPORTE ÓPTIMO	Agosto	2	12	85%	3	15
	Septiembre	2	12	85%	3	15
	Octubre	2	11	85%	3	13
	Noviembre	2	12	85%	3	15
CARGUÍO ÓPTIMO	Agosto	1	18	85%	2	22
	Septiembre	1	18	85%	2	22
	Octubre	1	18	85%	2	22
	Noviembre	1	18	85%	2	22

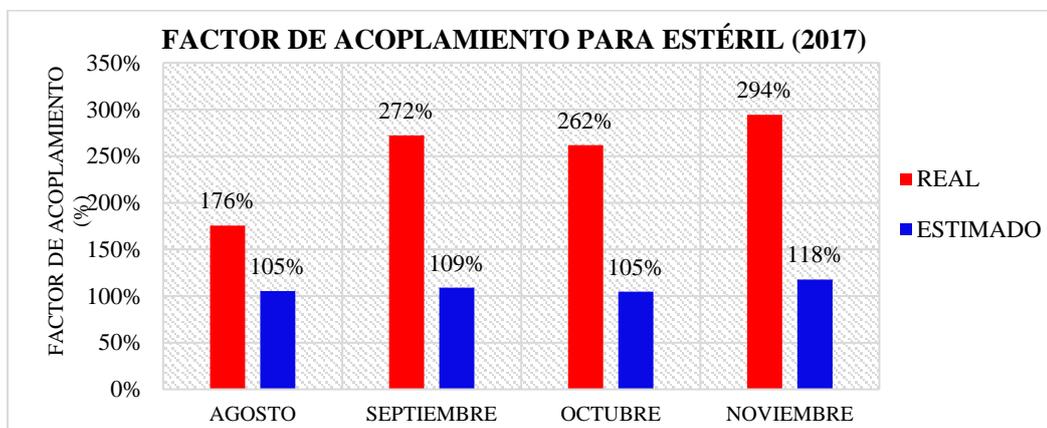
## CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Relación de equipos o factor de acoplamiento

En los meses de agosto a noviembre, la empresa trabajó con volquetes volvo de 15m<sup>3</sup> y excavadoras CAT 336D L; utilizó 11 a 14 volquetes con 2 excavadoras para traslado de mineral y 4 a 6 volquetes con 1 excavadora para traslado de desmante. Teniendo en cuenta el cumplimiento de la producción programada, la flota presentó un factor de acoplamiento sobredimensionado de equipos de transporte como se detalla en las gráficas 4 y 5.



Gráfica 4. Factor de acoplamiento para mineral de agosto a noviembre del año 2017

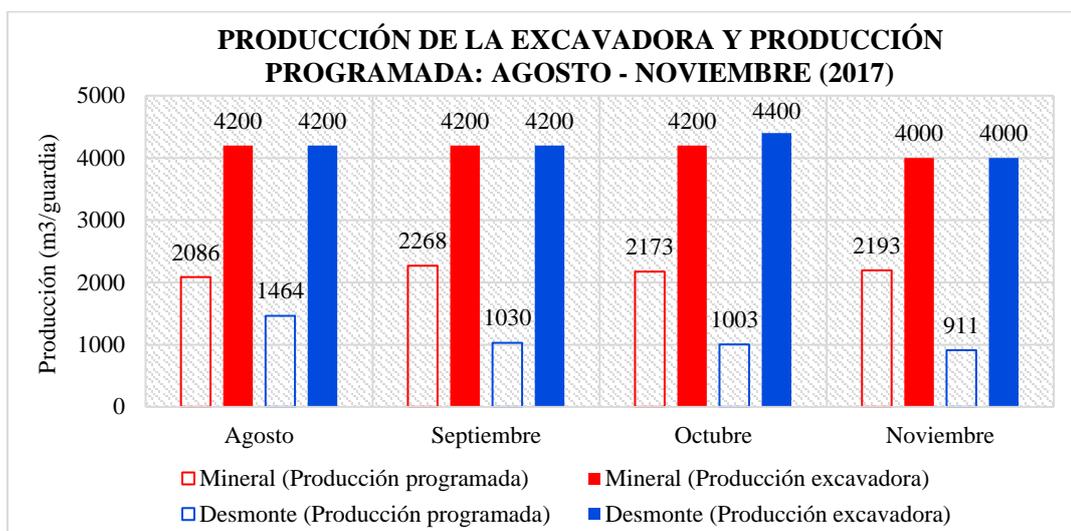


Gráfica 5. Factor de acoplamiento para estéril de agosto a noviembre del año 2017

Mediante la herramienta de diseño de flotas se logró establecer la cantidad de volquetes que se deben asignar a cada unidad de carguío como se detallan en las tablas 44 y 45. Con esta designación de equipos se ha conseguido mejorar el factor de acoplamiento para transporte de mineral y estéril.

Las gráficas 4 y 5 muestran un factor de acoplamiento estimado sobredimensionando ligeramente al equipo de transporte, de esta forma se está garantizando que la producción programada sea cumplida en su totalidad.

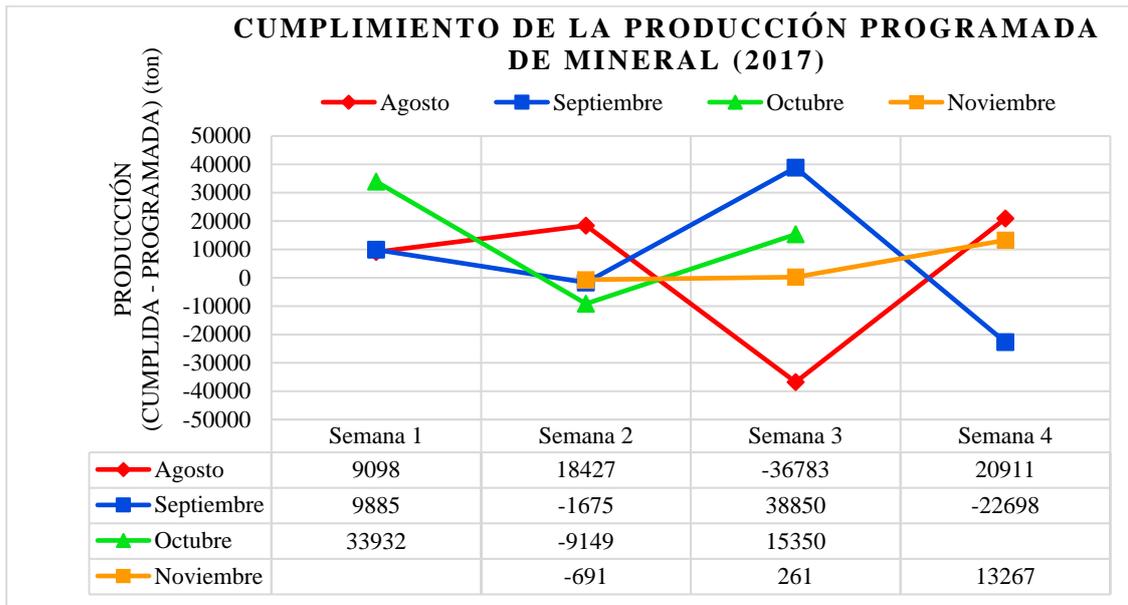
El factor de acoplamiento se ha realizado teniendo en cuenta un diseño de transporte óptimo para cumplir únicamente con la producción programada. Siendo así, se debe asumir que la excavadora va a presentar ciertos periodos de para debido a que la producción/guardia programada de cada uno de los meses se encuentra muy por debajo de la producción/guardia que puede cumplir una excavadora, tal como lo demuestra la gráfica 6 de acuerdo a los resultados de la tabla 44 y 45.



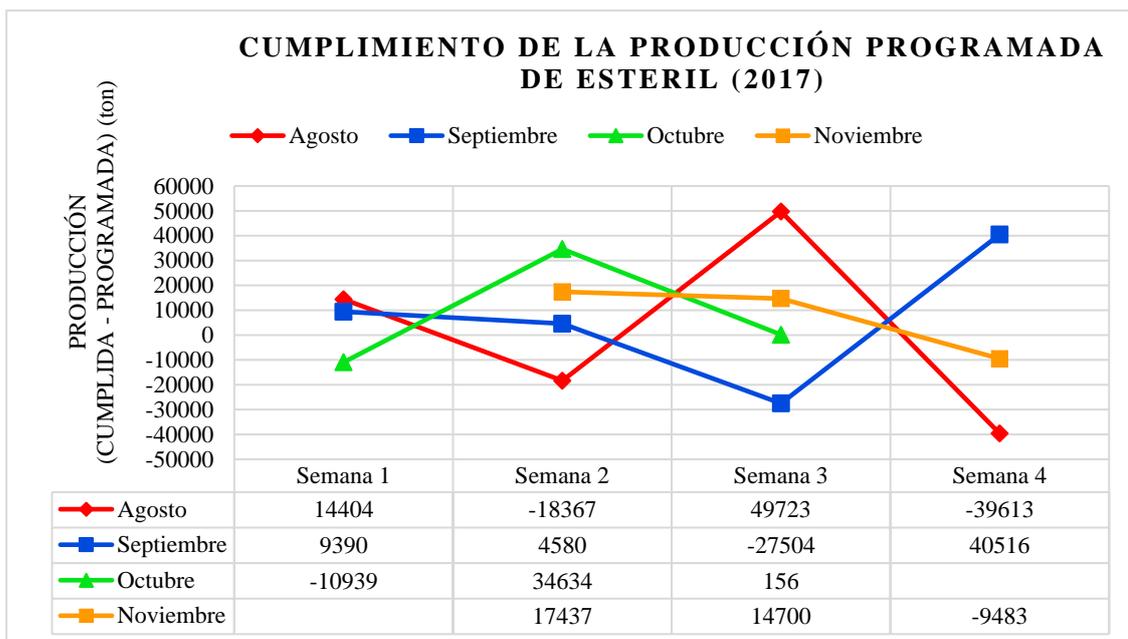
Gráfica 6. Producción: excavadora – programada, de agosto a noviembre del 2017

Por lo tanto, solo se requiere de 1 excavadora para mineral y 1 excavadora para desmorte; trabajar con dos excavadoras en mineral como lo ha hecho la empresa conlleva a generar mayor tiempo de espera y a aumentar el costo de producción.

Las gráficas 7 y 8 muestran el cumplimiento de Multiservicios El Imperio de la producción programada en los meses de agosto a noviembre del 2017.



Gráfica 7. Cumplimiento de la producción de mineral de agosto a noviembre del 2017



Gráfica 8. Cumplimiento de la producción de estéril de agosto a noviembre del 2017

Las gráficas 7 y 8 evidencian que la producción programada de los meses de agosto – noviembre no ha sido cumplido por la empresa de acuerdo a lo establecido. Cuando los vértices de cada línea que simboliza a los meses se encuentran por encima del cero del eje “Y” significa que se ha transportado más material de lo programado y cuando el vértice se encuentra por debajo del cero significa que se ha transportado menos material de lo programado. Es así que cuando a la empresa le faltaba transportar material para

llegar a lo programado colocaba abruptamente más volquetes en la operación y cuando la empresa transportaba más material de lo programado, reducía los volquetes; esta forma de trabajo ha generado una oscilación en el cumplimiento de la producción programada y es debido a que no se ha establecido correctamente el factor de acoplamiento a los equipos para transportar una cantidad determinada de material.

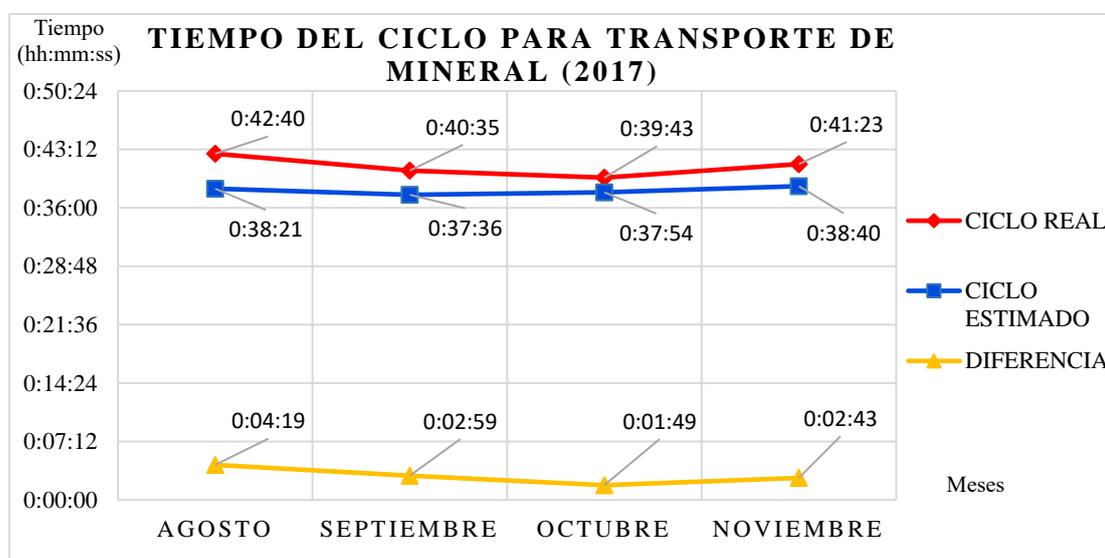
No obstante, este inconveniente se soluciona con equipos correctamente acoplados para cumplir con la producción programada tal como se detalla en la tabla 48.

Tabla 48. Equipos para transporte de mineral y estéril: agosto – noviembre del 2017

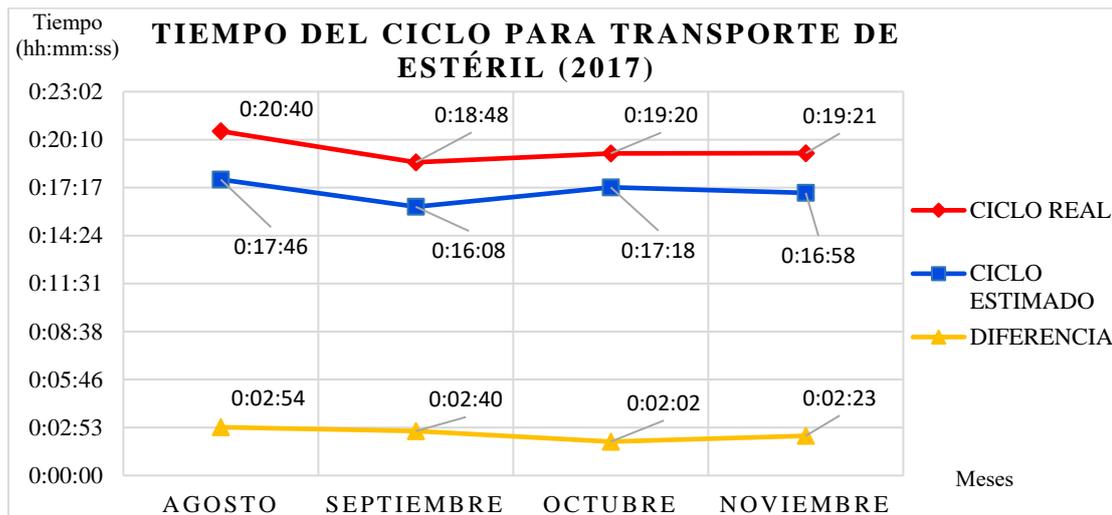
Descripción		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Transporte Mineral	N° volquetes	9	10	9	10
	N° de excavadoras	1	1	1	1
Transporte Estéril	N° volquetes	3	2	2	2
	N° de excavadoras	1	1	1	1

#### 4.2. Factores influyentes en el tiempo del ciclo

Para analizar los factores que influyen en el tiempo del ciclo, se presentan las gráficas 9 y 10; dichas gráficas detallan la comparación del tiempo del ciclo real que ha tenido la flota de equipos de la empresa con el tiempo del ciclo estimado. Eliminando los factores se puede reducir el tiempo del ciclo real desde 1min con 49s a 4min con 19s en el transporte de mineral y desde 2min con 2s a 2min con 54s en el transporte de estéril.



Gráfica 9. Tiempos de carguío y transporte de mineral de agosto a noviembre del 2017



Gráfica 10. Tiempos de carguío y transporte de estéril de agosto a noviembre del 2017

En las gráficas 9 y 10, existe una brecha de tiempo entre el tiempo real y tiempo estimado. Esta diferencia de tiempos ha sido causado por alguno(s) de los factores tales como inadecuado factor de acoplamiento, discordancia de las velocidades de los equipos de transporte, la calidad de vías derivadas del mantenimiento, mal control de pisos en los frentes de carga y descarga, carguío de bolonería producto de una fragmentación inadecuada de la roca, la presencia de polvo que dificulta la visibilidad de los operadores, el floteo ocasional de maquinaria pesada o de la gente de la comunidad y la experiencia.

Sin embargo, en dichas gráficas se puede observar también una característica en común de la diferencia de tiempos, y es que en los meses de agosto a octubre tienen la tendencia a disminuir. La explicación a este comportamiento, parte de la importancia de la experiencia que los involucrados en la operación van ganando al transcurrir el tiempo, quienes van corrigiendo los factores influyentes en el incremento del tiempo del ciclo.

No sucede lo mismo con el mes de noviembre, puesto que existe un incremento con respecto al mes de octubre. En este caso particular del mes de noviembre se debe a la inclusión de nuevos operadores por la renuncia de algunos operadores de volquete, comprobando que la experiencia es fundamental para lograr que el tiempo de ciclo real sea igual al tiempo del ciclo estimado o estandarizado.

Para minimizar los factores que influyen en el incremento del tiempo del ciclo, se propone realizar las acciones que se detallan en la tabla 49.

Tabla 49. Acciones para minimizar factores influyentes en el tiempo del ciclo

Factores	Medidas propuestas
Inadecuado factor de acoplamiento	Establecer el factor de acoplamiento correctamente teniendo en cuenta la producción.
Discordancia de las velocidades	Estandarizar velocidades para mantener una sincronía de tiempos en el ciclo.
Calidad de vías derivadas del mantenimiento	Realizar un constante mantenimiento de vías; en el diseño se debe procurar que las pendientes sean menores a 12% y evitar cambios bruscos de pendiente que ralenticen la velocidad de los camiones; asimismo el material que conforman las vías debe ser compacto y no arcilloso o resbaladizo, en los tramos que se presenta este material es recomendable retirarlos y rellenar con lastre para evitar pérdidas de tiempo en el proceso de transporte.
Mal control de pisos en los frentes de carga y descarga	El supervisor o jefe de guardia en los frentes de carguío y descarga debe realizar una inspección visual con la finalidad de detectar pisos desnivelados o no compactos y hacer uso de los equipos auxiliares para corregirlos y prevenir cualquier suceso que desacelere o neutralice el normal funcionamiento de la operación, garantizando así, un rápido posicionamiento o retiro de los camiones volquetes con respecto al punto de carga y descarga.
Carguío de bolonería producto de una fragmentación inadecuada de la roca	Para no alterar el tiempo del ciclo es recomendable hacer uso de los equipos que se encuentran en stand – by (excavadora y camiones volquete) para todas las actividades que se involucren en la bolonería.
Presencia de polvo que dificulta la visibilidad de los operadores	Realizar el regado de vías para mitigar el polvo. Con el regado se consigue tener menores riesgos de enfermedades respiratorias, así como mejor visibilidad, lo que implica mayor productividad y seguridad en la operación.
Floteo ocasional de maquinaria pesada o de la gente de la comunidad.	Si bien es cierto; no se puede hacer mucho en el tema de los comuneros para no alterar el tiempo del ciclo, para el traslado de maquinarias y aquí se incluye también al desplazamiento de equipos livianos se debe hacer uso de las vías alternas y/o caminos ajenos a las vías destinadas al transporte de materiales de minado, de esta manera se va a minimizar el incremento del tiempo del ciclo y también se evitara posibles colisiones entre equipos.
Experiencia del operador	Mantener a los operadores durante todo el periodo de duración del proyecto.

### 4.3. Tiempos muertos

#### 4.3.1. Para la excavadora

Los tiempos muertos de la excavadora se presentaron con las esperas por falta de volquetes. De acuerdo al análisis de la tabla 11 se tiene la gráfica 11 que muestra en porcentaje la distribución de tiempos de la excavadora, la cual destina 1min con 46s a realizar el carguío, 22s a excavar y 46s a esperar equipos de transporte.



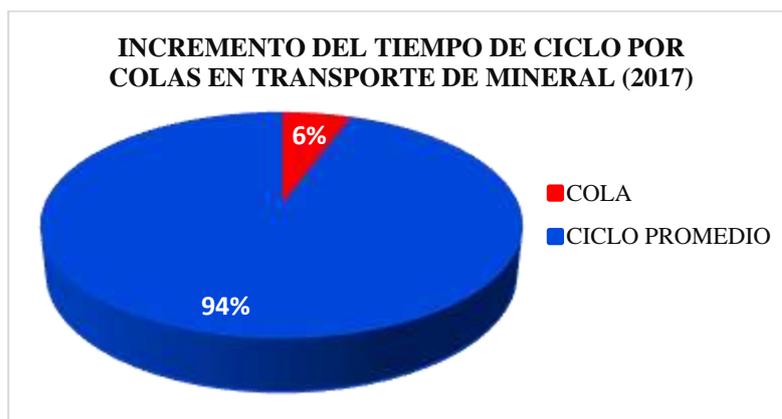
Gráfica 11. Distribución de tiempos de la excavadora CAT 336D L en el año 2017

El tiempo de excavación de 13% es un porcentaje referencial debido a que los operadores de las excavadoras cuando no hay volquetes para cargar optan mayormente por realizar esta actividad. El tiempo de espera equivalente al 26 % es elevado; para una optimización es crucial que las esperas se eliminen por más pequeñas que sean.

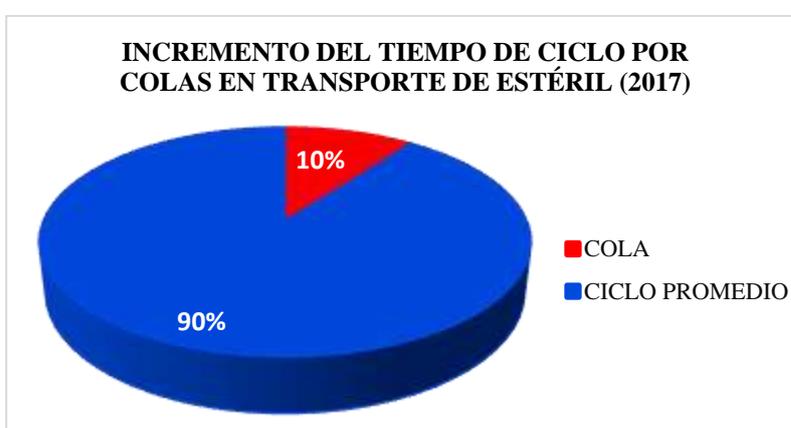
#### 4.3.2. Para los volquetes

Cuando existe formación de colas, estas incrementan el tiempo del ciclo promedio de carguío y transporte desde 2min con 11s a 2min con 49s, equivalentes al 6% y 10% respectivamente como se muestra en las gráficas 12 y 13.

Las colas se presentaron mayormente en descargas con pendiente positiva para la conformación de un nuevo lift o cuando el ingreso a los frentes de carga es de un solo carril. Para disminuir estos porcentajes se recomienda realizar descargas en retirada y contar con amplia vía para cargar a doble carril.



Gráfica 12. Incremento del tiempo del ciclo Tajo - PAD por colas en el año 2017



Gráfica 13. Incremento del tiempo del ciclo Tajo - DME por colas en el año 2017

Cabe indicar que los porcentajes de colas y esperas solo brindan una referencia puesto que no son determinantes, ya que los tiempos muertos no se presentan siguiendo una periodicidad; es decir, no se conoce el momento exacto de cuando van a ocurrir y en qué cantidad se van a generar. Pero si es importante para verificar la existencia de tiempos muertos en las operaciones de carguío y transporte en Ciénaga Norte.

#### 4.4. Optimización de la producción

##### 4.4.1. Número de equipos y tiempo requerido

El total del número de equipos incluidos los de stand - by que conforman la flota de carguío y transporte para optimizar la producción programada en los meses de agosto – noviembre del año 2017, de acuerdo a los dos diseños de flota, se detalla en la tabla 50.

Tabla 50. Equipos en campo de acuerdo a diseño de agosto a noviembre del 2017

DISEÑO	MES	Equipos en campo	
		Excavadoras	Volquetes
TRANSPORTE ÓPTIMO	Agosto	3	15
	Septiembre	3	15
	Octubre	3	13
	Noviembre	3	15
CARGUÍO ÓPTIMO	Agosto	2	22
	Septiembre	2	22
	Octubre	2	22
	Noviembre	2	22

En la tabla 50 se presentan dos opciones de diseño de flota. El diseño de transporte óptimo con la finalidad de abastecer constantemente de mineral al PAD para realizar el blending y es el que se ha trabajado en el año 2017, distribuyendo 1 excavadora para carga de mineral, 1 para carga de desmonte y 1 excavadora en stand – by. El diseño de carguío óptimo se presenta como opción a implementarse utilizando solo una excavadora para cargar primero mineral y luego desmonte o viceversa, mientras que la otra excavadora estaría en stand – by.

En cuanto a los tiempos/guardia requeridos por la flota para cumplir con la producción programada se resume en la tabla 51.

Tabla 51. Tiempo requerido para cumplir la producción programada en el año 2017

DESCRIPCIÓN		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Unidades
TRANSPORTE ÓPTIMO	Mineral	9:03:39	8:36:50	9:14:35	8:43:26	hh:mm:ss
	Desmonte	8:51:17	8:29:17	8:49:52	7:59:52	hh:mm:ss
CARGUÍO ÓPTIMO		7:28:56	6:54:27	6:35:03	6:50:46	hh:mm:ss

Cabe indicar que se debe tener un tiempo adicional de 30 min para realizar las voladuras y de acuerdo a la tabla 51 los meses que no cumplen este requisito es agosto y octubre para el diseño de transporte óptimo; en el mes de agosto es necesario incrementar el tiempo disponible en 14 min para realizar 4 voladuras programadas y en octubre es necesario incrementar el tiempo disponible en 25 min para realizar 2 voladuras programadas. Siendo así, el tiempo necesario a incrementar se puede conseguir reduciendo las charlas de seguridad en los días que haya voladura de tal forma que no se afecte el normal desempeño de la operación de carguío y transporte.

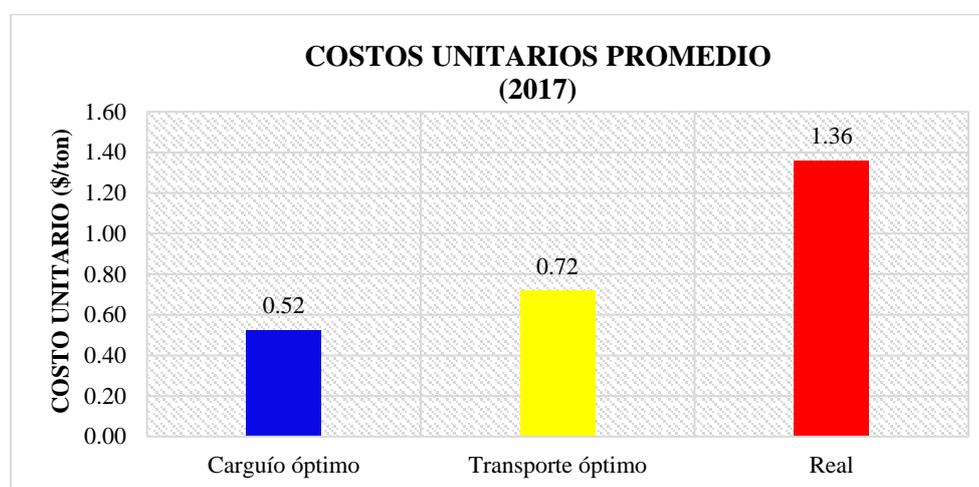
#### 4.4.2. Para producción

Para analizar la optimización de la producción se ha realizado una comparación de costos unitarios que es la relación del costo total entre la producción total. Los datos necesarios para dicho análisis se detallan en la tabla 52.

Tabla 52. Costos y producción en los meses de agosto a noviembre del año 2017

DESCRIPCIÓN		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total	Unidades
Costo Real		278105.00	563423.00	614612.00	471121.00	1927261	\$
Costo Estimado	Transporte óptimo	245134.08	226347.62	237115.73	186842.66	895440.09	\$
	Carguío óptimo	180446.33	170687.65	165876.22	137464.52	654474.72	\$
Producción Real		374300.51	372294.00	382843.44	286854.98	1416292.94	ton
Producción Programada		356500	320951	318860	251364	1247675	ton

Haciendo uso de los datos de la tabla 52 se realiza la gráfica 14 la cual comprueba que el costo unitario con diseño de carguío óptimo es el más bajo con 0.52 \$/ton, mientras que el costo unitario con diseño de transporte óptimo es de 0.72 \$/ton. El costo unitario real tiene un valor de 1.36\$/ton y es el mayor.



Gráfica 14. Costos unitarios promedio de agosto a noviembre del año 2017

De acuerdo a la gráfica 14 se ha logrado optimizar la producción. El diseño con carguío óptimo es el que arroja mejores resultados porque tanto los equipos de transporte como los equipos de carguío trabajan sin presentar tiempos muertos, pero debido al cumplimiento del blending en el año 2017 es complicada su implementación; sin embargo, porque representa el menor costo unitario, es importante evaluar su ejecución

en proyectos futuros en Ciénaga Norte. El diseño con transporte óptimo presenta un costo unitario intermedio porque las excavadoras están sujetas a presentar intervalos de espera, debido a que con este diseño se cuenta con una excavadora para cargar mineral y una excavadora para cargar estéril y a cada excavadora se le asigna una flota de volquetes necesarios para cumplir solamente con la producción programada; si bien es cierto, los volquetes van a estar en constante trabajo, no ocurre lo mismo con las excavadoras puesto que su producción/ guardia es muy superior a la producción /guardia programada tal como se detalla en la gráfica 6. El costo unitario real se presenta como el mayor costo, porque en el año 2017 no se ha realizado un estudio previo para diseñar la flota de carguío y transporte lo que ha implicado tener en operación tanto volquetes y excavadoras en número superior al que se establece en la tabla 48, llevando a generar tiempos muertos por colas y esperas.

En el año 2017 se ha trabajado con el diseño con transporte óptimo y al ejecutarlo con la flota de equipos que se indica en las tablas 48 y 50 genera un ahorro de 0.64 \$/ton que es equivalente a \$ 910 806 en los cuatro meses del proyecto como se muestra en la tabla 53.

Tabla 53. Ahorro generado de agosto a noviembre del año 2017

DESCRIPCIÓN	Ahorros	
	Costo unitario	Total
Unidades	\$/ton	\$
Carguío óptimo	0.84	1184336.82
Transporte óptimo	0.64	910806.02

#### 4.5. Contrastación de la hipótesis

En el estudio, tomando como base el análisis de resultados de la optimización, se demostró que el cálculo de la flota de carguío y transporte para optimizar la producción diaria en el tajo Ciénaga Norte – Coimolache fue establecida asignando un correcto factor de acoplamiento a la flota de equipos de carguío y transporte, teniendo en cuenta el rendimiento de los equipos que está sujeta a la duración del tiempo del ciclo, a la disponibilidad mecánica que es quien va a determinar finalmente el número de equipos en campo y prestando atención a los factores que intervienen en el tiempo del ciclo quienes generalmente le incrementan y crean tiempos muertos; sin dejar de lado al programa mensual de minado quien establece la cantidad de material a trasladar.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

La flota de equipos conformada por excavadoras CAT 336D L y volquetes volvo de 15 m<sup>3</sup> de capacidad para optimizar la producción diaria en el tajo Ciénega Norte de acuerdo al diseño de transporte óptimo es de 3 excavadoras y 15 volquetes en los meses de agosto, septiembre y noviembre; mientras que en el mes de octubre es de 3 excavadoras y 13 volquetes generando un ahorro de 0.64\$/ton; sin embargo en el diseño de carguío óptimo es de 2 excavadoras con 22 volquetes generando un ahorro de 0.84\$/ton.

La relación entre los equipos de carguío y transporte es determinada por el factor de acoplamiento y para cumplir con la producción programada; en el transporte de mineral es de 1 excavadora a 9 volquetes en los meses de agosto y octubre y de 1 excavadora a 10 volquetes en septiembre y noviembre; en el transporte de estéril es de 1 excavadora a 3 volquetes en agosto y 1 excavadora a 2 volquetes en septiembre, octubre y noviembre.

Los factores que influyen en el ciclo de transporte de la flota de camiones en el tajo Ciénega Norte son el factor de acoplamiento, las velocidades de los equipos de transporte, la calidad de vías, control de pisos en los frentes de carga y descarga, carguío de bolonería, presencia de polvo, el floteo y la experiencia.

La reducción de tiempos muertos implica la reducción de colas y esperas y están sujetos al diseño de flota: una flota con carguío óptimo reduce las esperas de hasta 46s y reduce las colas de hasta 2min con 49s, mientras que un diseño con transporte óptimo solamente reducirá las colas de hasta 2min con 49s.

## **5.2. Recomendaciones**

Implementar sistemas computarizados en las excavadoras y volquetes para obtener datos de tiempos más precisos.

Implementar el diseño de flota con carguío óptimo para obtener un menor costo por tonelada de material transportado.

Establecer velocidades estándar de acuerdo a la pendiente en cada uno de los tramos que conforman la vía de transporte, para conseguir tiempos del ciclo sincronizados y evitar la formación de tiempos muertos ya sea por esperas o colas de los equipos.

Mantener en toda la duración del proyecto al grupo de operadores contratados inicialmente para lograr un tiempo de ciclo adecuado haciendo uso de la experiencia que se va adquiriendo constantemente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

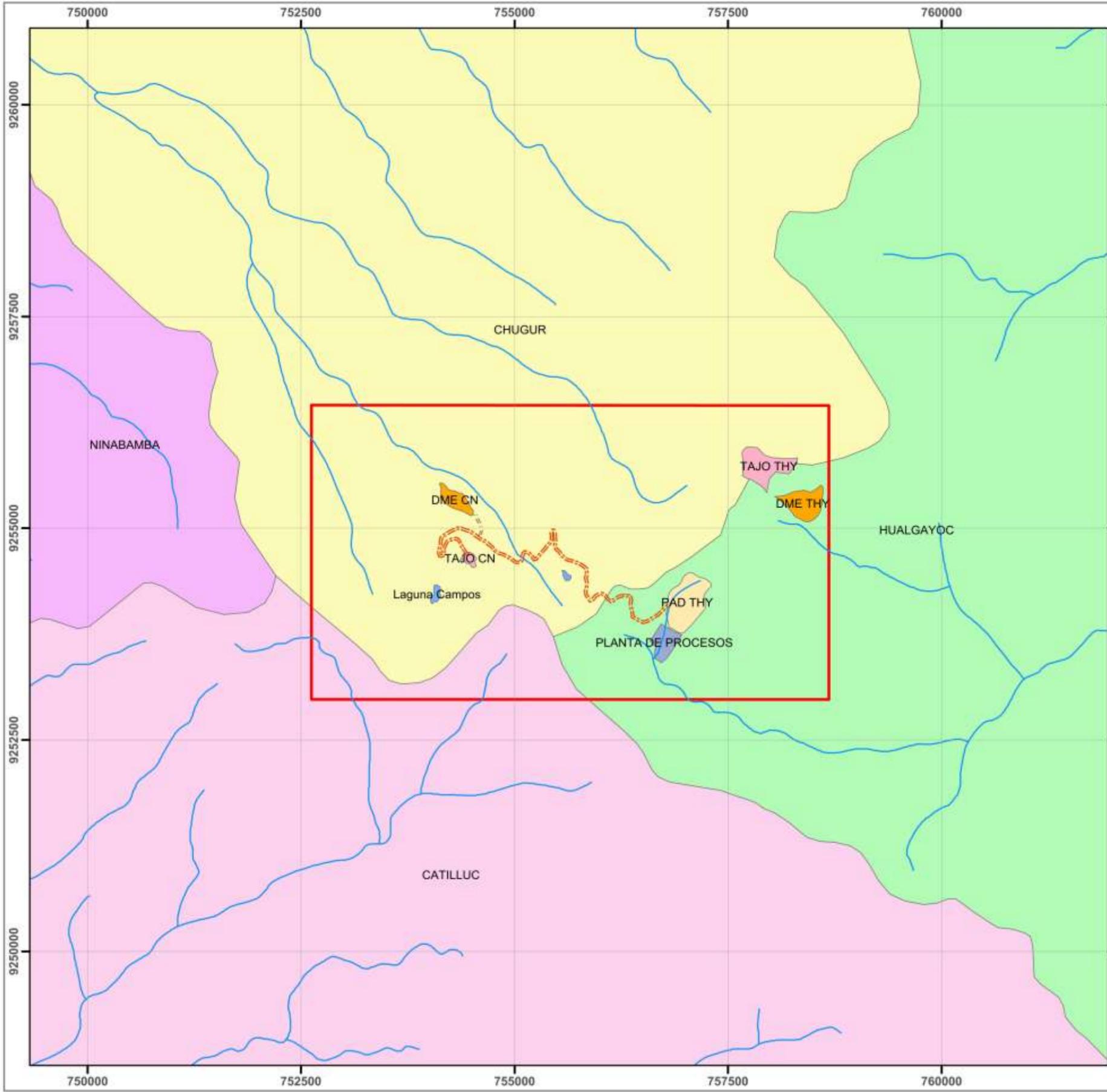
- Baldeón, Z. 2011. Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en la Cía. Minera Condestable. Tesis Ing. de Minas. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 63 p.
- Bazán, A. 2016. Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha. Tesis Ing. de Minas. Huancayo, Perú. Universidad Continental. 201 p.
- Checya, D. 2015. Gestión de la operación de equipos de movimiento de tierras para mejorar el rendimiento de carguío y acarreo en la mina Antapaccay. Tesis Ing. de Minas. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 128 p.
- Cherné y González. 1987. Construcciones Industriales. (en línea). 144 p. Consultado el 15 de may. 2018. Disponible en <https://grupos.unican.es/gidai/web/ asignaturas /ci/mmt.pdf>.
- Cruzat, A. 2008. Manual de Cargue y Transporte. Cochimbo, Chile. Universidad de la Serena. 280 p.
- Eyzaguirre, E. 2018. Carguío y Transporte Minería (en línea, sitio web). Consultado 18 may. 2018. Disponible en [https://www.academia.edu/8298934/Carguio\\_y\\_Transporte\\_Mineria](https://www.academia.edu/8298934/Carguio_y_Transporte_Mineria)
- Gómez, E. 2011. Dimensionamiento óptimo de flotas de equipos para proyectos de movimiento de tierras, Artículo Científico. Piura, Perú. Universidad Nacional de Piura. 7 p.
- LOM (Laboratorio Oficial José María de Madariaga). 2009. Manual de formación preventiva específica para el desempeño del puesto de operador de maquinaria de arranque, carga, viales en actividades extractivas de exterior. Madrid, España. 348 p.

- Manzaneda, J. 2015. Optimización de la flota de carguío y acarreo para el incremento de producción de material de desbroce de 400k a 1000k BCM - U.E.A. El Brocal Consorcio Pasco Stracon G y M. Tesis Ing. de Minas. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 197 p.
- 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 Mag. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 144 p.
- Morán, I. 2012. Inicio de Operaciones Mina en Tajo Abierto Coimolache. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica. Tesis Ing. de Minas. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 134 p.
- Ortiz, J. 2013. Apuntes de Curso de Explotación de Minas. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 338 p.
- PERUMIN, 2015. Planeamiento Estratégico en cía. Minera Coimolache. Informe Técnico preparado para la Compañía Minera Coimolache S.A. Perú. 25 p.
- Quispe, J. 2015. Determinación de los Controles de Mineralización del Depósito de Alta Sulfuración Ciénaga Norte, Hualgayoc-Cajamarca, Tesis Ing. Geológica. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 76 p.
- Rivero y Rivas. 2013. Optimización de la productividad en la industria, para lograr rentabilidad y competitividad (en línea). Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. Guadalajara, México. 23 p. Consultado 24 de jun. 2018. Disponible en <http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDSESECUNDARIO/article/view/323/315>
- Rodríguez, D. 2013. Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto: Análisis de prioridades de atención según rendimiento. Tesis Prof. Supervisor. Santiago de Chile, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 108 p.

- Rondán, E. 2014. Producción real vs. producción potencial de equipos de carguío y acarreo y aplicación del match factor para determinar el número óptimo de volquetes mina Arasi. Tesis Ing. de Minas. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 114 p.
- Saavedra, A. 2014. Movimiento de Tierra en Faenas Mineras. Construcción Minera. Santiago de Chile, Chile. (reportaje central) (9). 80 p.
- Saldaña, A. 2013. Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo - Minera Yanacocha. Tesis Ing. de Minas. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 246 p.
- SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). 2002. Cargue y Transporte. Boyacá, Colombia. 60 p.
- Trucks Dekho. 2018. Specifications of Volvo FMX 440 (en línea, sitio web). Consultado 12 may. 2018. Disponible en <https://www.volvotrucks.com/es-la/trucks/volvo-fmx/specifications/data-sheets.html>
- Valenzuela, C. 2014. Costo Unitario una Herramienta Financiera Eficiente en las Empresas (en línea). Revista El Buzón de Pacioli. Sonora, México. 47 p. Consultado el 15 de jun. 2018. Disponible en <https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no87/Pacioli-87-eBook.pdf>
- Vidal, M. 2010. Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto. Tesis Ing. de Minas. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 66 p.

## **ANEXOS**

1. Anexo 1. Plano de ubicación
2. Anexo 2. Plano geológico
3. Anexo 3. Topografía de la vía tajo CN - DME
4. Anexo 4. Topografía de la vía tajo CN – PAD
5. Anexo 5. Datos de tiempos de transporte
6. Anexo 6. Datos de velocidades
7. Anexo 7. Resumen de tiempo de colas de equipos de transporte



### LEYENDA

-  PAD Tantahuatay
-  Planta de Procesos
-  TAJO Tantahuatay
-  DME Tantahuatay
-  DME CN
-  TAJO CN

### SIMBOLOGÍA

-  Drenaje General
-  Lagos
-  Vía al PAD
-  Vía al DME
-  Zona de Estudio

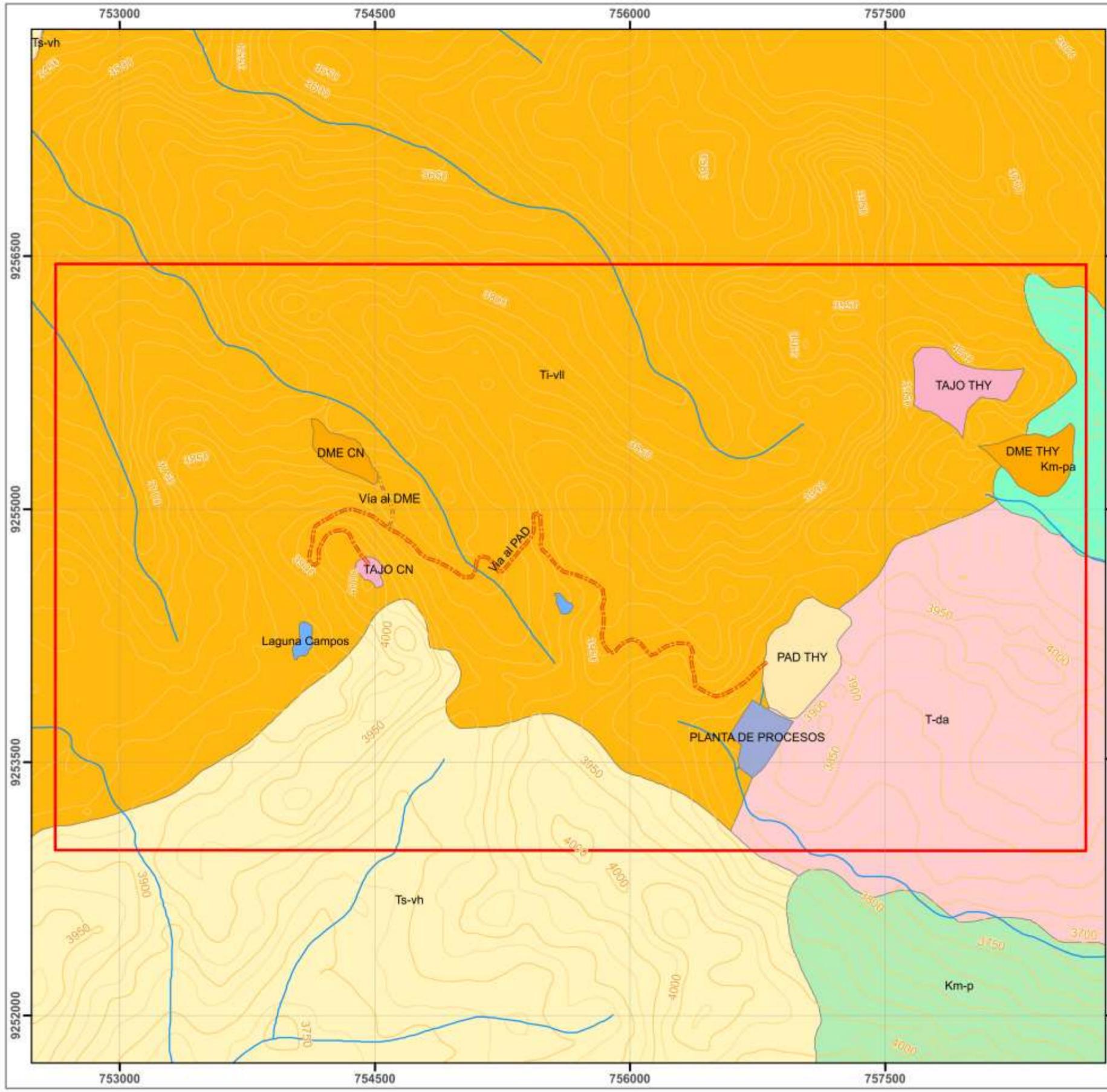


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**Facultad de Ingeniería**  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Tesis: **Cálculo de la Flota de Carguio y Transporte para Optimizar la Producción Diaria en el Tajo Ciénaga Norte - Coimolache**

Plano: **UBICACIÓN**

Asesor: <b>Ing. Roberto Gonzales Yana</b>	Distrito: <b>Hualgayoc y Chugur</b>	Plano N°:
Tesista: <b>Bach. Amós Malimba Vargas</b>	Prov. Dep.: <b>Hualgayoc</b>	<b>01</b>
Escala: <b>1/50 000</b>	Fecha: <b>Abril 2019</b>	



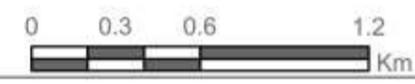
**LEYENDA**

- T-da
- Ts-vh
- Ti-vll
- Km-pa

- Planta de Procesos
- TAJO Tantahuatay
- DME Tantahuatay
- DME CN
- TAJO CN

**SIMBOLOGÍA**

- Curvas de Nivel
- Drenaje
- Lagos
- Via al PAD
- Via al DME
- Zona de Estudio



		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>			
Facultad de Ingeniería		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS			
Tesis:		<b>Cálculo de la Flota de Carguio y Transporte para Optimizar la Producción Diaria en el Tajo Ciénaga Norte - Coimolache</b>			
Plano:		<b>GEOLÓGICO</b>			
Asesor:	Ing. Roberto Gonzales Yana	Distrito:	Hualgayoc y Chugur	<b>Plano N°:</b>  <b>02</b>	
Tesista:	Bach. Amós Malimba Vargas	Prov. Dep.:	Hualgayoc		
Escala:	1/25 000	Fecha:	Abril 2019		

### ANEXO 3: TOPOGRAFÍA DE LA VÍA TAJO CN - DME

Pendientes ruta Tajo CN – DME Agosto

AGOSTO - 2017		
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)
P CARGA - P2	100	0
P2 - P3	210	12
P3 - P4	115	0
P4 - INGRESO N 3980	186	9
INGRESO N 3980 - INGRESO TAJO	123	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - INGRESO DME	370	-12
INGRESO DME - P5	226	-9
P5 - P DESCARGA	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>2765</b>	

Pendientes ruta Tajo CN – DME - Septiembre

SEPTIEMBRE - 2017		
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)
P CARGA - P2	100	0
P2 - INGRESO N 3980	187	7
INGRESO N 3980 - INGRESO TAJO	123	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - INGRESO DME	370	-12
INGRESO DME - P3	142	-7
P3 - P4	65	-10
P4 - P5	66	0
P5 - P DESCARGA	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>2488</b>	

Pendientes ruta Tajo CN – DME - Octubre

<b>OCTUBRE - 2017</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
P CARGA - P2	130	0
P2 - P3	80	10
P3 - INGRESO N 3980	160	9
INGRESO N 3980 - INGRESO TAJO	123	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - INGRESO DME	370	-12
INGRESO DME - P4	180	-9
P4 - P5	87	-10
P5 - P DESCARGA	120	-2
<b>TOTAL</b>	<b>2585</b>	

Pendientes ruta Tajo CN – DME – Noviembre

<b>NOVIEMBRE - 2017</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
P CARGA - P2	112	2
P2 - P3	80	6
P3 - P4	80	10
P4 - INGRESO N 3980	341	9
INGR. N 3980 - INGRESO TAJO	123	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - INGRESO DME	370	-12
INGRESO DME - P5	80	-1
P5 - P DESCARGA	90	-1
<b>TOTAL</b>	<b>2612</b>	

## ANEXO 4: TOPOGRAFÍA DE LA VÍA TAJO CN - PAD

Pendientes ruta Tajo CN – PAD – Agosto

<b>AGOSTO - 2017</b>		
<b>REFERENCIA</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
P CARGA - P2	100	0
P2 - P3	90	0
ING. N 3964 - ING. N 3980	308	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-9
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - PIEZÓMETRO	560	-10
PIEZÓMETRO - CRUCE BRAVO 4	220	10
CRUCE BRAVO 4 - SEP. CURVA.	312	8
SEP. CURVA - CURVA PARQUEO	1133	9
CURVA PARQUEO - INGR. GARITA	150	1
INGRESO GARITA - FIN GARITA	90	0
FIN GARITA - POLVORION EXSA	650	-9
POL. EXSA - CRUCE CANCHA RR SS	416	-7
C. CANCHA RR SS - OVALO LLANTAS	782	10
OVALO LLANTAS - INGR. CHANCAD	60	0
INGR. CHANCAD- CRUCE TJ THY	155	-12
CRUCE TJ THY - P4	100	-8
P4 - P5	48	-3
P5 - P6	120	-9
P6 - P7	170	-2
P7 - P8	180	-10
P8 - P9	260	0
P9 - P DESCARGA	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>7339</b>	

Pendientes ruta Tajo CN – PAD – Septiembre

<b>SEPTIEMBRE - 2017</b>		
<b>REFERENCIA</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
P CARGA - P2	100	0
P2 - ING. N 3964	90	0
ING. N 3964 - ING. N 3980	308	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - PIEZÓMETRO	560	-10
PIEZÓMETRO - CRUCE BRAVO 4	220	10
CRUCE BRAVO 4 - SEP. CURVA.	312	8
SEP. CURVA - CURVA PARQUEO	1133	9
CURVA PARQUEO - INGR. GARITA	150	1
INGRESO GARITA - FIN GARITA	90	0
FIN GARITA - POLVORION EXSA	650	-9
POL. EXSA - CRUCE CANCHA RR SS	416	-7
C. CANCHA RR SS - OVALO LLANTAS	782	10
OVALO LLANTAS - INGR. CHANCAD	60	0
INGR. CHANCAD- CRUCE TJ THY	155	-12
CRUCE TJ THY - P3	216	-8
P3 - P4	255	0
P4 - P5	390	-2
P5 - P DESCARGA	100	0
<b>TROTAL</b>	<b>7322</b>	

Pendientes ruta Tajo CN – PAD – Octubre

<b>OCTUBRE - 2017</b>		
<b>REFERENCIA</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
P CARGA - P2	100	0
P2 - P3	170	0
P3 - P4	70	8
P4 - INGR. N 3964	50	5
ING. N 3964 - ING. N 3980	308	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - PIEZÓMETRO	560	-10
PIEZÓMETRO - CRUCE BRAVO 4	220	10
CRUCE BRAVO 4 - SEP. CURVA.	312	8
SEP. CURVA - CURVA PARQUEO	1133	9
CURVA PARQUEO - INGR. GARITA	150	1
INGRESO GARITA - FIN GARITA	90	0
FIN GARITA - POLVORION EXSA	650	-9
POL. EXSA - CRUCE CANCHA RR SS	416	-7
C. CANCHA RR SS - OVALO LLANTAS	782	10
OVALO LLANTAS - INGR. CHANCAD	60	0
INGR. CHANCAD- CRUCE TJ THY	155	-12
CRUCE TJ THY - P5	216	-8
P5 - P6	165	0
P6 - P7	210	-8
P7 - P8	102	-2
P8 - P DESCARGA	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>7354</b>	

Pendientes ruta Tajo CN – PAD – Noviembre

<b>NOVIEMBRE - 2017</b>		
<b>REFERENCIA</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
P CARGA - P2	100	1
P2 - P3	236	7
P3 - P4	70	8
P4 - P5	50	5
ING. N 3964 - ING. N 3980	308	8
INGRESO TAJO - LETR. SONIDO	165	-10
LETR. SONIDO - CURVA STOCK	360	-8
CURVA STOCK - LETR. VELOC	248	-9
LETR. VELOC - CRUCE DME	562	-10
CRUCE DME - PIEZÓMETRO	560	-10
PIEZÓMETRO - CRUCE BRAVO 4	220	10
CRUCE BRAVO 4 - SEP. CURVA.	312	8
SEP. CURVA - CURVA PARQUEO	1133	9
CURVA PARQUEO - INGR. GARITA	150	1
INGRESO GARITA - FIN GARITA	90	0
FIN GARITA - POLVORION EXSA	650	-9
POL. EXSA - CRUCE CANCHA RR SS	416	-7
C. CANCHA RR SS - OVALO LLANTAS	782	10
OVALO LLANTAS - INGR. CHANCAD	60	0
INGR. CHANCAD- CRUCE TJ THY	155	-12
CRUCE TJ THY - P6	216	-8
P6 - P7	155	0
P7 - P8	312	-7
P8 - P DESCARGA	100	-1
<b>TOTAL</b>	<b>7410</b>	

## ANEXO 5: DATOS DE TIEMPOS DE TRANSPORTE

### CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE AGOSTO (2017)

TURNO	DÍA		SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DÍAZ		
RUTA	TAJO CN - PAD		CONTROLADOR	ARNALDO LEIVA AGUILAR		

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3964	7	27	PAD	6	42

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-116	24/08/2017	7:10	7:49	7.393779	22.75	39
V-116	24/08/2017	7:49	8:26	7.393779	23.98	37
V-116	24/08/2017	8:26	9:11	7.393779	19.72	45
V-116	24/08/2017	9:11	9:46	7.393779	25.35	35
V-120	24/08/2017	7:13	7:53	7.393779	22.18	40
V-120	24/08/2017	7:53	8:31	7.393779	23.35	38
V-120	24/08/2017	8:31	9:14	7.393779	20.63	43
V-120	24/08/2017	9:14	9:56	7.393779	21.13	42
V-110	24/08/2017	7:14	7:57	7.393779	20.63	43
V-110	24/08/2017	7:57	8:36	7.393779	22.75	39
V-110	24/08/2017	8:36	9:19	7.393779	20.63	43
V-104	24/08/2017	7:16	7:56	7.393779	22.18	40
V-104	24/08/2017	7:56	8:35	7.393779	22.75	39
V-104	24/08/2017	8:35	9:19	7.393779	20.16	44

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3964	7	27	PAD	6	42

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-120	26/08/2017	7:12	7:49	7.393779	23.98	37
V-120	26/08/2017	7:49	8:29	7.393779	22.18	40
V-120	26/08/2017	8:29	9:13	7.393779	20.16	44
V-120	26/08/2017	9:13	9:51	7.393779	23.35	38
V-117	26/08/2017	7:19	7:57	7.393779	23.35	38
V-117	26/08/2017	7:57	8:39	7.393779	21.13	42
V-117	26/08/2017	8:39	9:17	7.393779	23.35	38
V-117	26/08/2017	9:17	9:55	7.393779	23.35	38
V-123	26/08/2017	7:14	7:52	7.393779	23.35	38
V-123	26/08/2017	7:52	8:31	7.393779	22.75	39
V-123	26/08/2017	8:31	9:10	7.393779	22.75	39
V-112	26/08/2017	7:15	7:54	7.393779	22.75	39
V-112	26/08/2017	7:54	9:53	7.393779	7.46	119
V-112	26/08/2017	9:53	10:37	7.393779	20.16	44

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	1	2	PAD	6	43

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-107	30/08/2017	7:50	8:31	7.398398	21.65	41
V-107	30/08/2017	8:31	9:12	7.398398	21.65	41
V-107	30/08/2017	9:12	9:50	7.398398	23.36	38
V-107	30/08/2017	9:50	10:30	7.398398	22.20	40
V-120	30/08/2017	7:52	8:35	7.398398	20.65	43
V-120	30/08/2017	8:35	9:16	7.398398	21.65	41
V-120	30/08/2017	9:16	9:56	7.398398	22.20	40
V-119	30/08/2017	8:38	9:39	7.398398	14.55	61
V-119	30/08/2017	9:39	10:16	7.398398	23.99	37
V-119	30/08/2017	10:16	10:59	7.398398	20.65	43
V-118	30/08/2017	7:20	7:58	7.398398	23.36	38
V-118	30/08/2017	7:58	8:45	7.398398	18.89	47
V-118	30/08/2017	8:45	9:23	7.398398	23.36	38
V-118	30/08/2017	9:23	10:03	7.398398	22.20	40

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE AGOSTO (2017)

TURNOS	DÍA
RUTA	TAJO CN - DME

SUPERVISOR	ADELIO DÍAZ FUSTAMANTE
CONTROLADOR	CÉSAR VÁSQUEZ PERALTA

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	7	23	DME	4	1

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-104	13/08/2017	7:47	8:09	2.774455	15.13	22
V104	13/08/2017	8:09	8:28	2.774455	17.52	19
V-104	13/08/2017	8:28	8:50	2.774455	15.13	22
V104	13/08/2017	8:50	9:07	2.774455	19.58	17
V104	13/08/2017	9:07	9:27	2.774455	16.65	20
V104	13/08/2017	9:27	9:50	2.774455	14.48	23
V104	13/08/2017	9:50	10:06	2.774455	20.81	16
V104	13/08/2017	10:06	10:27	2.774455	15.85	21
V104	13/08/2017	10:27	10:46	2.774455	17.52	19
V104	13/08/2017	10:46	11:04	2.774455	18.50	18
V104	13/08/2017	11:04	11:22	2.774455	18.50	18
V-114	13/08/2017	7:50	8:15	2.774455	13.32	25
V-114	13/08/2017	8:15	8:35	2.774455	16.65	20
V-114	13/08/2017	8:35	9:00	2.774455	13.32	25

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	7	23	DME	4	1

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-113	13/08/2017	7:55	8:21	2.774455	12.81	26
V-113	13/08/2017	8:21	8:38	2.774455	19.58	17
V-113	13/08/2017	8:38	9:01	2.774455	14.48	23
V-113	13/08/2017	9:01	9:22	2.774455	15.85	21
V-113	13/08/2017	9:22	9:42	2.774455	16.65	20
V-113	13/08/2017	9:42	10:04	2.774455	15.13	22
V-113	13/08/2017	10:04	10:21	2.774455	19.58	17
V-113	13/08/2017	10:21	10:38	2.774455	19.58	17
V-113	13/08/2017	10:38	10:56	2.774455	18.50	18
V-113	13/08/2017	10:56	11:15	2.774455	17.52	19
V-113	13/08/2017	11:15	11:34	2.774455	17.52	19
V-112	13/08/2017	8:09	8:31	2.774455	15.13	22
V-112	13/08/2017	8:31	8:56	2.774455	13.32	25
V-112	13/08/2017	8:56	9:14	2.774455	18.50	18

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
DESMONTE	3964	7	23	DME	4	1

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-117	13/08/2017	8:10	8:33	2.774455	14.48	23
V-117	13/08/2017	8:33	8:59	2.774455	12.81	26
V-117	13/08/2017	8:59	9:17	2.774455	18.50	18
V-117	13/08/2017	9:17	9:36	2.774455	17.52	19
V-117	13/08/2017	9:36	9:58	2.774455	15.13	22
V-117	13/08/2017	9:58	10:15	2.774455	19.58	17
V-117	13/08/2017	10:15	10:32	2.774455	19.58	17
V-117	13/08/2017	10:32	10:52	2.774455	16.65	20
V-116	13/08/2017	8:27	8:53	2.774455	12.81	26
V-116	13/08/2017	8:53	9:08	2.774455	22.20	15
V-116	13/08/2017	9:08	9:29	2.774455	15.85	21
V-116	13/08/2017	9:29	9:53	2.774455	13.87	24
V-116	13/08/2017	9:53	10:11	2.774455	18.50	18
V-116	13/08/2017	10:11	10:30	2.774455	17.52	19

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE AGOSTO (2017)

TURNO	NOCHE
ruta	TAJO CN - PAD

SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DIAZ
CONTROLADOR	ARNALDO LEIVA AGUILAR

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3948	3	11	PAD	7	48

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-104	10/08/2017	9:50	10:39	7.263848	17.79	49
V-104	10/08/2017	10:39	11:19	7.263848	21.79	40
V-104	10/08/2017	11:19	12:01	7.263848	20.75	42
V-104	10/08/2017	12:01	12:43	7.263848	20.75	42
V-114	10/08/2017	9:53	10:40	7.263848	18.55	47
V-114	10/08/2017	10:40	11:21	7.263848	21.26	41
V-114	10/08/2017	11:21	12:03	7.263848	20.75	42
V-118	10/08/2017	9:55	10:41	7.263848	18.95	46
V-118	10/08/2017	10:41	11:24	7.263848	20.27	43
V-118	10/08/2017	11:24	12:05	7.263848	21.26	41
V-113	10/08/2017	9:57	10:45	7.263848	18.16	48
V-113	10/08/2017	10:45	11:25	7.263848	21.79	40
V-113	10/08/2017	11:25	12:08	7.263848	20.27	43
V-116	10/08/2017	10:01	10:46	7.263848	19.37	45

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3948	3	11	PAD	7	48

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-102	11/08/2017	7:13	7:48	7.263848	24.90	35
V-102	11/08/2017	7:48	8:35	7.263848	18.55	47
V-102	11/08/2017	8:35	9:15	7.263848	21.79	40
V-102	11/08/2017	9:15	9:54	7.263848	22.35	39
V-109	11/08/2017	7:26	8:08	7.263848	20.75	42
V-109	11/08/2017	8:08	8:46	7.263848	22.94	38
V-109	11/08/2017	8:46	9:23	7.263848	23.56	37
V-109	11/08/2017	9:23	10:13	7.263848	17.43	50
V-105	11/08/2017	7:38	8:20	7.263848	20.75	42
V-105	11/08/2017	8:20	8:56	7.263848	24.21	36
V-105	11/08/2017	8:56	9:40	7.263848	19.81	44
V-107	11/08/2017	7:39	8:22	7.263848	20.27	43
V-107	11/08/2017	8:22	8:58	7.263848	24.21	36
V-107	11/08/2017	8:58	9:42	7.263848	19.81	44

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3948	3	11	PAD	7	49

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-116	14/08/2017	7:13	7:53	7.32565	21.98	40
V-116	14/08/2017	7:53	8:34	7.32565	21.44	41
V-116	14/08/2017	8:34	9:15	7.32565	21.44	41
V-116	14/08/2017	9:15	10:05	7.32565	17.58	50
V-117	14/08/2017	7:14	7:54	7.32565	21.98	40
V-117	14/08/2017	7:54	8:38	7.32565	19.98	44
V-117	14/08/2017	8:38	9:17	7.32565	22.54	39
V-117	14/08/2017	9:17	10:07	7.32565	17.58	50
V-104	14/08/2017	7:16	7:56	7.32565	21.98	40
V-104	14/08/2017	7:56	8:45	7.32565	17.94	49
V-104	14/08/2017	8:45	9:25	7.32565	21.98	40
V-105	14/08/2017	7:18	7:59	7.32565	21.44	41
V-105	14/08/2017	7:59	8:51	7.32565	16.91	52
V-105	14/08/2017	8:51	9:30	7.32565	22.54	39

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE AGOSTO (2017)

TURNO	NOCHE	SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DÍAZ
RUTA	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	ARNALDO LEIVA AGUILAR

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	4	14	DME	4	1

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-110	13/08/2017	9:03	9:23	2.722495	16.33	20
V-110	13/08/2017	9:23	9:44	2.722495	15.56	21
V-110	13/08/2017	9:44	10:06	2.722495	14.85	22
V-110	13/08/2017	10:06	10:26	2.722495	16.33	20
V-110	13/08/2017	10:26	10:46	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	9:12	9:33	2.722495	15.56	21
V-114	13/08/2017	9:33	9:53	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	9:53	10:13	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	10:13	10:33	2.722495	16.33	20
V-114	13/08/2017	10:33	10:53	2.722495	16.33	20
V-118	13/08/2017	9:19	9:39	2.722495	16.33	20
V-118	13/08/2017	9:39	10:00	2.722495	15.56	21
V-118	13/08/2017	10:00	10:39	2.722495	8.38	39
V-118	13/08/2017	10:40	11:00	2.722495	16.33	20

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	7	23	DME	4	1

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-101	14/08/2017	11:13	11:39	2.774455	12.81	26
V-101	14/08/2017	11:39	11:58	2.774455	17.52	19
V-101	14/08/2017	11:58	12:20	2.774455	15.13	22
V-101	14/08/2017	12:20	12:37	2.774455	19.58	17
V-101	14/08/2017	12:37	12:57	2.774455	16.65	20
V-120	14/08/2017	11:15	11:36	2.774455	15.85	21
V-120	14/08/2017	11:36	11:54	2.774455	18.50	18
V-120	14/08/2017	11:54	12:14	2.774455	16.65	20
V-120	14/08/2017	12:14	12:34	2.774455	16.65	20
V-120	14/08/2017	12:34	12:57	2.774455	14.48	23
V-107	14/08/2017	11:21	11:45	2.774455	13.87	24
V-107	14/08/2017	11:45	12:06	2.774455	15.85	21
V-107	14/08/2017	12:06	12:25	2.774455	17.52	19
V-107	14/08/2017	12:25	12:45	2.774455	16.65	20

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
DESMONTE	3964	7	23	DME	4	1

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-123	16/08/2017	9:38	9:58	2.774455	16.65	20
V-123	16/08/2017	9:58	10:18	2.774455	16.65	20
V-123	16/08/2017	10:18	10:35	2.774455	19.58	17
V-123	16/08/2017	10:35	10:59	2.774455	13.87	24
V-123	16/08/2017	10:59	11:20	2.774455	15.85	21
V-114	16/08/2017	9:39	10:00	2.774455	15.85	21
V-114	16/08/2017	10:00	10:19	2.774455	17.52	19
V-114	16/08/2017	10:19	10:38	2.774455	17.52	19
V-111	16/08/2017	9:42	10:02	2.774455	16.65	20
V-111	16/08/2017	10:02	10:21	2.774455	17.52	19
V-111	16/08/2017	10:21	10:43	2.774455	15.13	22
V-113	16/08/2017	9:44	10:04	2.774455	16.65	20
V-113	16/08/2017	10:04	10:24	2.774455	16.65	20
V-113	16/08/2017	10:24	10:47	2.774455	14.48	23

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE SEPTIEMBRE (2017)

TURNO	NOCHE	SUPERVISOR	GENARO CORDOVA G.
RUTA	TAJO CN - PAD	CONTROLADOR	MARIO DIAZ RODAS

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	2	7	PAD	6	49

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-113	14/09/2017	8:30	9:13	7.713658	21.53	43
V-113	14/09/2017	9:13	9:55	7.713658	22.04	42
V-109	14/09/2017	8:32	9:09	7.713658	25.02	37
V-109	14/09/2017	9:09	9:45	7.713658	25.71	36
V-109	14/09/2017	9:45	10:23	7.713658	24.36	38
V-112	14/09/2017	8:36	9:17	7.713658	22.58	41
V-112	14/09/2017	9:17	9:58	7.713658	22.58	41
V-114	14/09/2017	8:38	9:16	7.713658	24.36	38
V-114	14/09/2017	9:16	9:57	7.713658	22.58	41
V-110	14/09/2017	8:38	9:19	7.713658	22.58	41
V-110	14/09/2017	9:19	10:01	7.713658	22.04	42
V-104	14/09/2017	8:32	9:14	7.713658	22.04	42
V-104	14/09/2017	9:14	9:55	7.713658	22.58	41
V-119	14/09/2017	8:44	9:26	7.713658	22.04	42

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	2	7	PAD	9	73

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-109	15/09/2017	7:20	7:54	7.361395	25.98	34
V-109	15/09/2017	7:54	8:30	7.361395	24.54	36
V-109	15/09/2017	8:30	9:08	7.361395	23.25	38
V-109	15/09/2017	9:08	9:49	7.361395	21.55	41
V-109	15/09/2017	9:49	10:21	7.361395	27.61	32
V-116	15/09/2017	7:30	8:10	7.361395	22.08	40
V-116	15/09/2017	8:10	8:47	7.361395	23.87	37
V-116	15/09/2017	8:47	9:21	7.361395	25.98	34
V-116	15/09/2017	9:21	9:55	7.361395	25.98	34
V-101	15/09/2017	7:32	8:12	7.361395	22.08	40
V-101	15/09/2017	8:12	8:51	7.361395	22.65	39
V-101	15/09/2017	8:51	9:29	7.361395	23.25	38
V-105	15/09/2017	7:33	8:13	7.361395	22.08	40
V-105	15/09/2017	8:13	8:53	7.361395	22.08	40

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3956	8	21	PAD	8	59

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-118	18/09/2017	7:24	8:04	7.423789	22.27	40
V-118	18/09/2017	8:04	8:40	7.423789	24.75	36
V-118	18/09/2017	8:40	9:15	7.423789	25.45	35
V-118	18/09/2017	9:15	10:03	7.423789	18.56	48
V-105	18/09/2017	7:27	8:07	7.423789	22.27	40
V-105	18/09/2017	8:07	8:43	7.423789	24.75	36
V-105	18/09/2017	8:43	9:20	7.423789	24.08	37
V-105	18/09/2017	9:20	10:06	7.423789	19.37	46
V-112	18/09/2017	7:29	8:09	7.423789	22.27	40
V-112	18/09/2017	8:09	8:48	7.423789	22.84	39
V-112	18/09/2017	8:48	9:28	7.423789	22.27	40
V-114	18/09/2017	7:35	8:15	7.423789	22.27	40
V-114	18/09/2017	8:15	8:49	7.423789	26.20	34
V-114	18/09/2017	8:49	9:30	7.423789	21.73	41

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE SEPTIEMBRE (2017)

TURNO	NOCHE	SUPERVISOR	GENARO CORDOVA G.
ruta	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	MARIO DIAZ RODAS

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLIGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3956	7	20	DME	6	2
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-120	14/09/2017	7:26	7:46	2.607405	15.64	20
V-120	14/09/2017	7:46	8:10	2.607405	13.04	24
V-120	14/09/2017	8:10	8:28	2.607405	17.38	18
V-120	14/09/2017	8:28	8:36	2.607405	39.11	8
V-107	14/09/2017	7:32	7:56	2.607405	13.04	24
V-107	14/09/2017	7:56	8:11	2.607405	20.86	15
V-107	14/09/2017	8:11	8:29	2.607405	17.38	18
V-107	14/09/2017	8:29	8:48	2.607405	16.47	19
V-101	14/09/2017	7:34	7:58	2.607405	13.04	24
V-101	14/09/2017	7:58	8:12	2.607405	22.35	14
V-101	14/09/2017	8:12	8:30	2.607405	17.38	18
V-116	14/09/2017	7:38	8:00	2.607405	14.22	22
V-116	14/09/2017	8:00	8:15	2.607405	20.86	15
V-116	14/09/2017	8:15	8:35	2.607405	15.64	20

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLIGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3956	7	14	DME	7	2
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-118	14/09/2017	7:40	8:02	2.607405	14.22	22
V-118	14/09/2017	8:02	8:20	2.607405	17.38	18
V-118	14/09/2017	8:20	8:37	2.607405	18.41	17
V-118	14/09/2017	8:37	8:50	2.607405	24.07	13
V-125	14/09/2017	7:42	8:04	2.607405	14.22	22
V-125	14/09/2017	8:04	8:20	2.607405	19.56	16
V-125	14/09/2017	8:20	8:36	2.607405	19.56	16
V-125	14/09/2017	8:36	8:52	2.607405	19.56	16
V-117	14/09/2017	7:44	8:05	2.607405	14.90	21
V-117	14/09/2017	8:05	8:21	2.607405	19.56	16
V-117	14/09/2017	8:21	8:37	2.607405	19.56	16
V-117	14/09/2017	8:37	8:54	2.607405	18.41	17
V-113	14/09/2017	11:15	11:31	2.607405	19.56	16
V-113	14/09/2017	11:31	11:53	2.607405	14.22	22

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLIGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
DESMONTE	3940	2	7	DME	6	2
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-107	15/09/2017	11:22	11:42	2.541192	15.25	20
V-107	15/09/2017	11:42	12:01	2.541192	16.05	19
V-107	15/09/2017	12:01	12:20	2.541192	16.05	19
V-107	15/09/2017	12:20	12:39	2.541192	16.05	19
V-107	15/09/2017	12:39	12:57	2.541192	16.94	18
V-120	15/09/2017	11:33	11:51	2.541192	16.94	18
V-120	15/09/2017	11:51	12:12	2.541192	14.52	21
V-120	15/09/2017	12:12	12:32	2.541192	15.25	20
V-120	15/09/2017	12:32	12:49	2.541192	17.94	17
V-106	15/09/2017	11:35	11:54	2.541192	16.05	19
V-106	15/09/2017	11:54	12:15	2.541192	14.52	21
V-119	15/09/2017	11:45	12:04	2.541192	16.05	19
V-119	15/09/2017	12:04	12:23	2.541192	16.05	19
V-119	15/09/2017	12:23	12:42	2.541192	16.05	19

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE SEPTIEMBRE (2017)

TURNO	DÍA	SUPERVISOR	ADELIO DIAZ F.
ruta	TAJO CN - PAD	CONTROLADOR	CÉSAR VASQUEZ P.

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	1	4	PAD	6	46

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-104	4/09/2017	8:46	9:24	7.513757	23.73	38
V-104	4/09/2017	9:24	9:59	7.513757	25.76	35
V-104	4/09/2017	9:59	10:39	7.513757	22.54	40
V-104	4/09/2017	10:39	11:19	7.513757	22.54	40
V-104	4/09/2017	1:27	2:08	7.513757	21.99	41
V-104	4/09/2017	2:08	2:50	7.513757	21.47	42
V-110	4/09/2017	9:44	10:22	7.513757	23.73	38
V-110	4/09/2017	10:22	11:01	7.513757	23.12	39
V-110	4/09/2017	11:01	11:41	7.513757	22.54	40
V-110	4/09/2017	2:06	2:49	7.513757	20.97	43
V-110	4/09/2017	2:49	3:29	7.513757	22.54	40
V-114	4/09/2017	2:37	3:20	7.513757	20.97	43
V-114	4/09/2017	3:20	3:59	7.513757	23.12	39
V-114	4/09/2017	3:59	4:40	7.513757	21.99	41

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	2	7	PAD	6	45

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-119	5/09/2017	7:10	7:48	7.56154	23.88	38
V-119	5/09/2017	7:48	8:30	7.56154	21.60	42
V-119	5/09/2017	1:51	2:29	7.56154	23.88	38
V-119	5/09/2017	2:29	3:15	7.56154	19.73	46
V-119	5/09/2017	3:15	4:00	7.56154	20.16	45
V-114	5/09/2017	7:22	8:04	7.56154	21.60	42
V-114	5/09/2017	8:04	8:43	7.56154	23.27	39
V-114	5/09/2017	10:26	11:08	7.56154	21.60	42
V-114	5/09/2017	1:26	2:07	7.56154	22.13	41
V-117	5/09/2017	7:20	7:59	7.56154	23.27	39
V-117	5/09/2017	7:59	8:41	7.56154	21.60	42
V-117	5/09/2017	1:30	2:11	7.56154	22.13	41
V-117	5/09/2017	2:11	2:57	7.56154	19.73	46
V-117	5/09/2017	2:57	3:42	7.56154	20.16	45

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	2	6	PAD	6	44

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-107	5/09/2017	7:57	8:40	7.56154	21.10	43
V-107	5/09/2017	8:40	9:18	7.56154	23.88	38
V-107	5/09/2017	9:18	10:39	7.56154	11.20	81
V-107	5/09/2017	10:39	11:17	7.56154	23.88	38
V-104	5/09/2017	1:54	2:34	7.56154	22.68	40
V-104	5/09/2017	2:34	3:18	7.56154	20.62	44
V-104	5/09/2017	3:18	4:03	7.56154	20.16	45
V-118	5/09/2017	7:37	8:20	7.56154	21.10	43
V-118	5/09/2017	8:20	8:58	7.56154	23.88	38
V-105	5/09/2017	7:45	8:25	7.56154	22.68	40
V-105	5/09/2017	8:25	9:06	7.56154	22.13	41
V-105	5/09/2017	10:29	11:09	7.56154	22.68	40
V-105	5/09/2017	11:09	11:49	7.56154	22.68	40
V-105	5/09/2017	2:39	3:25	7.56154	19.73	46

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE SEPTIEMBRE (2017)

TURNOS	DÍA	SUPERVISOR	ADELIO DÍAZ F.
RUTA	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	CÉSAR VÁSQUEZ P.

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	7	26	DME	6	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-119	4/09/2017	7:20	7:36	2.39114	17.93	16
V-119	4/09/2017	7:36	7:57	2.39114	13.66	21
V-120	4/09/2017	2:33	2:50	2.39114	16.88	17
V-120	4/09/2017	2:50	3:07	2.39114	16.88	17
V-120	4/09/2017	3:07	3:24	2.39114	16.88	17
V-113	4/09/2017	1:33	1:47	2.39114	20.50	14
V-113	4/09/2017	1:47	2:27	2.39114	7.17	40
V-113	4/09/2017	2:27	2:43	2.39114	17.93	16
V-114	4/09/2017	8:10	8:38	2.39114	10.25	28
V-114	4/09/2017	8:38	8:59	2.39114	13.66	21
V-114	4/09/2017	8:59	9:20	2.39114	13.66	21
V-116	4/09/2017	7:54	8:15	2.39114	13.66	21
V-116	4/09/2017	1:18	1:30	2.39114	23.91	12
V-116	4/09/2017	1:30	1:46	2.39114	17.93	16

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3964	7	26	DME	6	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-101	4/09/2017	10:54	11:09	2.39114	19.13	15
V-101	4/09/2017	11:09	11:27	2.39114	15.94	18
V-101	4/09/2017	11:27	11:44	2.39114	16.88	17
V-101	4/09/2017	2:41	2:58	2.39114	16.88	17
V-101	4/09/2017	2:58	3:14	2.39114	17.93	16
V-101	4/09/2017	3:14	3:34	2.39114	14.35	20
V-121	4/09/2017	8:25	8:45	2.39114	14.35	20
V-121	4/09/2017	8:45	9:13	2.39114	10.25	28
V-121	4/09/2017	9:13	9:32	2.39114	15.10	19
V-121	4/09/2017	11:07	11:25	2.39114	15.94	18
V-102	4/09/2017	10:59	11:15	2.39114	17.93	16
V-102	4/09/2017	11:15	11:31	2.39114	17.93	16
V-102	4/09/2017	11:31	11:48	2.39114	16.88	17
V102	4/09/2017	1:27	1:45	2.39114	15.94	18

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
DESMONTE	3964	7	26	DME	6	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-119	5/09/2017	7:09	7:30	2.39114	13.66	21
V-119	5/09/2017	7:30	7:47	2.39114	16.88	17
V-119	5/09/2017	7:47	8:11	2.39114	11.96	24
V-119	5/09/2017	8:11	8:29	2.39114	15.94	18
V-119	5/09/2017	8:29	8:46	2.39114	16.88	17
V-119	5/09/2017	8:46	9:05	2.39114	15.10	19
V-123	5/09/2017	1:28	1:43	2.39114	19.13	15
V-123	5/09/2017	1:43	2:06	2.39114	12.48	23
V-123	5/09/2017	2:06	2:22	2.39114	17.93	16
V-112	5/09/2017	7:36	7:57	2.39114	13.66	21
V-112	5/09/2017	7:57	8:16	2.39114	15.10	19
V-112	5/09/2017	8:16	8:33	2.39114	16.88	17
V-125	5/09/2017	9:43	9:59	2.39114	17.93	16
V-125	5/09/2017	9:59	10:25	2.39114	11.04	26

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE OCTUBRE (2017)

TURNO	DÍA	SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DIAZ
ruta	TAJO CN - PAD	CONTROLADOR	ARNALDO LEYVA AGUILAR

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	3	13	PAD	9	71
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-114	7/10/2017	7:16	7:55	7.262777	22.35	39
V-114	7/10/2017	7:55	8:29	7.262777	25.63	34
V-114	7/10/2017	8:29	9:09	7.262777	21.79	40
V-114	7/10/2017	9:09	9:47	7.262777	22.94	38
V-114	7/10/2017	9:47	10:30	7.262777	20.27	43
V-116	7/10/2017	7:24	8:04	7.262777	21.79	40
V-116	7/10/2017	8:04	8:42	7.262777	22.94	38
V-116	7/10/2017	8:42	9:18	7.262777	24.21	36
V-116	7/10/2017	9:18	9:59	7.262777	21.26	41
V-113	7/10/2017	7:25	8:05	7.262777	21.79	40
V-113	7/10/2017	8:05	8:41	7.262777	24.21	36
V-113	7/10/2017	8:41	9:26	7.262777	19.37	45
V-121	7/10/2017	9:25	10:05	7.262777	21.79	40
V-121	7/10/2017	10:05	10:51	7.262777	18.95	46

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	3	12	PAD	8	62
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-117	9/10/2017	7:24	8:02	7.40269	23.38	38
V-117	9/10/2017	8:02	8:42	7.40269	22.21	40
V-117	9/10/2017	8:42	9:25	7.40269	20.66	43
V-117	9/10/2017	9:25	10:06	7.40269	21.67	41
V-117	9/10/2017	10:06	10:46	7.40269	22.21	40
V-127	9/10/2017	7:20	8:04	7.40269	20.19	44
V-127	9/10/2017	8:04	8:44	7.40269	22.21	40
V-127	9/10/2017	8:44	9:25	7.40269	21.67	41
V-112	9/10/2017	7:28	8:06	7.40269	23.38	38
V-112	9/10/2017	8:06	8:46	7.40269	22.21	40
V-112	9/10/2017	8:46	9:28	7.40269	21.15	42
V-114	9/10/2017	7:29	8:08	7.40269	22.78	39
V-114	9/10/2017	8:08	8:48	7.40269	22.21	40
V-114	9/10/2017	8:48	9:27	7.40269	22.78	39

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3948	5	18	PAD	10	71
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-110	26/10/2017	7:02	7:42	7.345875	22.04	40
V-110	26/10/2017	7:42	8:23	7.345875	21.50	41
V-110	26/10/2017	8:23	9:06	7.345875	20.50	43
V-110	26/10/2017	9:06	9:46	7.345875	22.04	40
V-110	26/10/2017	9:46	10:34	7.345875	18.36	48
V-117	26/10/2017	7:03	7:43	7.345875	22.04	40
V-117	26/10/2017	7:43	8:25	7.345875	20.99	42
V-117	26/10/2017	8:25	9:08	7.345875	20.50	43
V-117	26/10/2017	9:08	9:48	7.345875	22.04	40
V-113	26/10/2017	7:04	7:45	7.345875	21.50	41
V-113	26/10/2017	7:45	8:27	7.345875	20.99	42
V-113	26/10/2017	8:27	9:10	7.345875	20.50	43
V-112	26/10/2017	7:05	7:48	7.345875	20.50	43
V-112	26/10/2017	7:48	8:29	7.345875	21.50	41

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE OCTUBRE (2017)

TURNOS	DÍA	SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DÍAZ
RUTA	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	ARNALDO LEYVA AGUILAR

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3948	4	15	DME	3	3

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-120	7/10/2017	8:42	9:02	2.757509	16.55	20
V-120	7/10/2017	9:02	9:22	2.757509	16.55	20
V-120	7/10/2017	9:22	9:43	2.757509	15.76	21
V-120	7/10/2017	9:43	10:03	2.757509	16.55	20
V-110	7/10/2017	8:44	9:05	2.757509	15.76	21
V-110	7/10/2017	9:05	9:25	2.757509	16.55	20
V-110	7/10/2017	9:25	9:45	2.757509	16.55	20
V-118	7/10/2017	8:47	9:07	2.757509	16.55	20
V-118	7/10/2017	9:07	9:27	2.757509	16.55	20
V-118	7/10/2017	9:27	9:47	2.757509	16.55	20
V-109	7/10/2017	8:49	9:10	2.757509	15.76	21
V-109	7/10/2017	9:10	9:29	2.757509	17.42	19
V-112	7/10/2017	8:52	9:14	2.757509	15.04	22
V-112	7/10/2017	9:14	9:30	2.757509	20.68	16

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3940	3	11	DME	7	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-107	11/10/2017	8:47	9:07	2.651552	15.91	20
V-107	11/10/2017	9:07	9:26	2.651552	16.75	19
V-107	11/10/2017	9:26	9:46	2.651552	15.91	20
V-107	11/10/2017	9:46	10:06	2.651552	15.91	20
V-107	11/10/2017	10:06	10:24	2.651552	17.68	18
V-116	11/10/2017	8:59	9:18	2.651552	16.75	19
V-116	11/10/2017	9:18	9:37	2.651552	16.75	19
V-116	11/10/2017	11:20	11:34	2.651552	22.73	14
V-119	11/10/2017	9:12	9:29	2.651552	18.72	17
V-119	11/10/2017	9:29	9:51	2.651552	14.46	22
V-119	11/10/2017	9:51	10:10	2.651552	16.75	19
V-119	11/10/2017	10:10	10:37	2.651552	11.78	27
V-119	11/10/2017	10:37	10:56	2.651552	16.75	19
V-119	11/10/2017	10:56	11:16	2.651552	15.91	20

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3948	3	8	DME	7	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-101	26/10/2017	2:02	2:21	2.46816	15.59	19
V-101	26/10/2017	2:21	2:37	2.46816	18.51	16
V-101	26/10/2017	2:37	2:53	2.46816	18.51	16
V-101	26/10/2017	2:53	3:10	2.46816	17.42	17
V-102	26/10/2017	11:54	12:14	2.46816	14.81	20
V-102	26/10/2017	12:14	12:29	2.46816	19.75	15
V-102	26/10/2017	12:29	12:49	2.46816	14.81	20
V-125	26/10/2017	2:08	2:25	2.46816	17.42	17
V-125	26/10/2017	2:25	2:42	2.46816	17.42	17
V-125	26/10/2017	2:42	2:59	2.46816	17.42	17
V-106	26/10/2017	11:39	11:56	2.46816	17.42	17
V-106	26/10/2017	11:56	12:16	2.46816	14.81	20
V-127	26/10/2017	11:41	12:01	2.46816	14.81	20
V-127	26/10/2017	12:01	12:20	2.46816	15.59	19

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE OCTUBRE (2017)

TURNO	NOCHE	SUPERVISOR	GENARO CÓRDOVA G.
RUTA	TAJO CN - PAD	CONTROLADOR	MARIO DIAZ RODAS

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3948	4	16	PAD	8	61

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-118	6/10/2017	10:30	11:02	7.282577	27.31	32
V-118	6/10/2017	11:02	11:37	7.282577	24.97	35
V-118	6/10/2017	11:37	12:12	7.282577	24.97	35
V-118	6/10/2017	12:12	12:56	7.282577	19.86	44
V-120	6/10/2017	10:37	11:15	7.282577	23.00	38
V-120	6/10/2017	11:09	11:53	7.282577	19.86	44
V-120	6/10/2017	11:53	12:31	7.282577	23.00	38
V-120	6/10/2017	12:31	13:10	7.282577	22.41	39
V-104	6/10/2017	10:38	11:17	7.282577	22.41	39
V-104	6/10/2017	11:17	11:54	7.282577	23.62	37
V-104	6/10/2017	11:54	12:34	7.282577	21.85	40
V-117	6/10/2017	10:40	11:18	7.282577	23.00	38
V-117	6/10/2017	11:18	11:55	7.282577	23.62	37
V-117	6/10/2017	11:55	12:40	7.282577	19.42	45

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	3	13	PAD	8	62

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-103	8/10/2017	8:12	8:52	7.40269	22.21	40
V-103	8/10/2017	8:52	9:32	7.40269	22.21	40
V-103	8/10/2017	9:32	10:06	7.40269	26.13	34
V-103	8/10/2017	10:06	10:45	7.40269	22.78	39
V-120	8/10/2017	8:21	9:01	7.40269	22.21	40
V-120	8/10/2017	9:01	9:41	7.40269	22.21	40
V-120	8/10/2017	9:41	10:26	7.40269	19.74	45
V-120	8/10/2017	10:26	11:04	7.40269	23.38	38
V-119	8/10/2017	8:23	9:03	7.40269	22.21	40
V-119	8/10/2017	9:03	9:44	7.40269	21.67	41
V-119	8/10/2017	9:44	10:28	7.40269	20.19	44
V-118	8/10/2017	8:26	9:06	7.40269	22.21	40
V-118	8/10/2017	9:06	9:47	7.40269	21.67	41
V-118	8/10/2017	9:47	10:30	7.40269	20.66	43

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	3	13	PAD	7	47

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-116	10/10/2017	8:42	9:22	7.422728	22.27	40
V-116	10/10/2017	9:22	9:57	7.422728	25.45	35
V-116	10/10/2017	9:57	10:29	7.422728	27.84	32
V-116	10/10/2017	10:29	11:04	7.422728	25.45	35
V-116	10/10/2017	11:04	11:41	7.422728	24.07	37
V-117	10/10/2017	9:24	10:01	7.422728	24.07	37
V-117	10/10/2017	10:01	10:37	7.422728	24.74	36
V-117	10/10/2017	10:37	11:16	7.422728	22.84	39
V-103	10/10/2017	8:45	9:25	7.422728	22.27	40
V-103	10/10/2017	9:25	9:59	7.422728	26.20	34
V-103	10/10/2017	9:59	10:33	7.422728	26.20	34
V-112	10/10/2017	8:50	9:30	7.422728	22.27	40
V-112	10/10/2017	9:30	10:09	7.422728	22.84	39
V-112	10/10/2017	10:09	10:46	7.422728	24.07	37

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE OCTUBRE (2017)

TURNO	NOCHE	SUPERVISOR	GENARO CÓRDOVA G.
ROTA	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	MARIO DIAZ RODAS

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3948	4	15	DME	3	3

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-101	6/10/2017	7:53	8:10	2.757509	19.46	17
V-101	6/10/2017	8:10	8:27	2.757509	19.46	17
V-101	6/10/2017	8:27	8:47	2.757509	16.55	20
V-101	6/10/2017	8:47	9:05	2.757509	18.38	18
V-105	6/10/2017	7:48	8:05	2.757509	19.46	17
V-105	6/10/2017	8:05	8:22	2.757509	19.46	17
V-105	6/10/2017	8:22	8:37	2.757509	22.06	15
V-123	6/10/2017	7:49	8:08	2.757509	17.42	19
V-123	6/10/2017	8:08	8:26	2.757509	18.38	18
V-123	6/10/2017	8:26	8:44	2.757509	18.38	18
V-114	6/10/2017	7:58	8:15	2.757509	19.46	17
V-114	6/10/2017	8:15	8:32	2.757509	19.46	17
V-116	6/10/2017	9:27	9:44	2.757509	19.46	17
V-116	6/10/2017	9:44	10:00	2.757509	20.68	16

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3956	8	25	DME	6	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-117	8/10/2017	8:06	8:28	2.51429	13.71	22
V-117	8/10/2017	8:28	8:49	2.51429	14.37	21
V-117	8/10/2017	8:49	9:10	2.51429	14.37	21
V-117	8/10/2017	9:10	9:30	2.51429	15.09	20
V-127	8/10/2017	8:10	8:32	2.51429	13.71	22
V-127	8/10/2017	8:32	8:54	2.51429	13.71	22
V-127	8/10/2017	8:54	9:25	2.51429	9.73	31
V-112	8/10/2017	9:17	9:40	2.51429	13.12	23
V-112	8/10/2017	9:40	9:58	2.51429	16.76	18
V-112	8/10/2017	9:58	10:20	2.51429	13.71	22
V-106	8/10/2017	9:48	10:10	2.51429	13.71	22
V-106	8/10/2017	10:10	10:31	2.51429	14.37	21
V-114	8/10/2017	10:23	10:41	2.51429	16.76	18
V-114	8/10/2017	10:41	11:01	2.51429	15.09	20

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3956	8	26	DME	7	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-101	10/10/2017	9:02	9:20	2.361849	15.75	18
V-101	10/10/2017	9:20	9:40	2.361849	14.17	20
V-101	10/10/2017	9:40	9:58	2.361849	15.75	18
V-101	10/10/2017	9:58	10:16	2.361849	15.75	18
V-120	10/10/2017	9:18	9:35	2.361849	16.67	17
V-120	10/10/2017	9:35	9:55	2.361849	14.17	20
V-120	10/10/2017	9:55	10:13	2.361849	15.75	18
V-120	10/10/2017	10:13	10:33	2.361849	14.17	20
V-120	10/10/2017	10:33	10:48	2.361849	18.89	15
V-119	10/10/2017	9:19	9:37	2.361849	15.75	18
V-119	10/10/2017	9:37	9:54	2.361849	16.67	17
V-119	10/10/2017	9:54	10:11	2.361849	16.67	17
V-119	10/10/2017	10:11	10:29	2.361849	15.75	18
V-119	10/10/2017	10:29	10:46	2.361849	16.67	17

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE NOVIEMBRE (2017)

TURNO	DÍA	SUPERVISOR	GENARO CÓRDOVA G.
RUTA	TAJO CN - PAD	CONTROLADOR	MARIO DIAZ RODAS

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	6	21	PAD	9	77

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-111	10/11/2017	7:27	8:02	7.269604	24.92	35
V-111	10/11/2017	8:02	8:39	7.269604	23.58	37
V-111	10/11/2017	8:39	9:17	7.269604	22.96	38
V-111	10/11/2017	9:17	9:55	7.269604	22.96	38
V-111	10/11/2017	9:55	10:33	7.269604	22.96	38
V-128	10/11/2017	7:29	8:05	7.269604	24.23	36
V-128	10/11/2017	8:05	8:41	7.269604	24.23	36
V-128	10/11/2017	8:41	9:27	7.269604	18.96	46
V-128	10/11/2017	9:27	10:04	7.269604	23.58	37
V-112	10/11/2017	7:31	8:05	7.269604	25.66	34
V-112	10/11/2017	8:05	8:42	7.269604	23.58	37
V-112	10/11/2017	8:42	9:21	7.269604	22.37	39
V-118	10/11/2017	7:33	8:08	7.269604	24.92	35
V-118	10/11/2017	8:08	8:45	7.269604	23.58	37

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	5	19	PAD	9	77

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-109	11/11/2017	7:09	7:49	7.137799	21.41	40
V-109	11/11/2017	7:49	8:37	7.137799	17.84	48
V-109	11/11/2017	8:37	9:17	7.137799	21.41	40
V-109	11/11/2017	9:17	9:56	7.137799	21.96	39
V-109	11/11/2017	9:56	10:33	7.137799	23.15	37
V-126	11/11/2017	7:13	7:50	7.137799	23.15	37
V-126	11/11/2017	7:50	8:42	7.137799	16.47	52
V-126	11/11/2017	8:42	9:21	7.137799	21.96	39
V-104	11/11/2017	7:21	7:59	7.137799	22.54	38
V-104	11/11/2017	7:59	8:49	7.137799	17.13	50
V-104	11/11/2017	8:49	9:36	7.137799	18.22	47
V-117	11/11/2017	7:25	8:01	7.137799	23.79	36
V-117	11/11/2017	8:01	8:52	7.137799	16.79	51
V-117	11/11/2017	8:52	9:34	7.137799	20.39	42

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3940	5	19	PAD	9	77

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-114	11/11/2017	7:30	8:17	7.137799	18.22	47
V-114	11/11/2017	8:17	8:59	7.137799	20.39	42
V-114	11/11/2017	8:59	9:42	7.137799	19.92	43
V-114	11/11/2017	9:42	10:21	7.137799	21.96	39
V-114	11/11/2017	10:21	10:47	7.137799	32.94	26
V-116	11/11/2017	7:32	8:08	7.137799	23.79	36
V-116	11/11/2017	8:08	8:54	7.137799	18.62	46
V-116	11/11/2017	8:54	9:38	7.137799	19.47	44
V-116	11/11/2017	9:38	10:13	7.137799	24.47	35
V-116	11/11/2017	10:13	10:48	7.137799	24.47	35
V-102	11/11/2017	7:34	8:09	7.137799	24.47	35
V-102	11/11/2017	8:09	8:56	7.137799	18.22	47
V-102	11/11/2017	8:56	9:40	7.137799	19.47	44
V-102	11/11/2017	9:40	10:19	7.137799	21.96	39

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE NOVIEMBRE (2017)

TURNO	DÍA	SUPERVISOR	GENARO CÓRDOVA G.
ruta	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	MARIO DIAZ RODAS

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3932	2	6	DME	8	2
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-114	10/11/2017	1:13	1:33	2.612258	15.67	20
V-114	10/11/2017	1:33	1:52	2.612258	16.50	19
V-114	10/11/2017	1:52	2:10	2.612258	17.42	18
V-114	10/11/2017	2:10	2:33	2.612258	13.63	23
V-114	10/11/2017	2:33	2:54	2.612258	14.93	21
V-119	10/11/2017	1:15	1:34	2.612258	16.50	19
V-119	10/11/2017	1:34	1:53	2.612258	16.50	19
V-119	10/11/2017	1:53	2:13	2.612258	15.67	20
V-101	10/11/2017	1:17	1:37	2.612258	15.67	20
V-101	10/11/2017	1:37	1:56	2.612258	16.50	19
V-101	10/11/2017	1:56	2:19	2.612258	13.63	23
V-109	10/11/2017	1:24	1:44	2.612258	15.67	20
V-109	10/11/2017	1:44	2:04	2.612258	15.67	20
V-109	10/11/2017	2:04	2:24	2.612258	15.67	20

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3932	2	6	DME	8	2
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-125	11/11/2017	1:17	1:37	2.612258	15.67	20
V-125	11/11/2017	1:37	2:02	2.612258	12.54	25
V-125	11/11/2017	2:02	2:16	2.612258	22.39	14
V-125	11/11/2017	2:16	2:31	2.612258	20.90	15
V-125	11/11/2017	2:31	2:54	2.612258	13.63	23
V-128	11/11/2017	1:23	1:43	2.612258	15.67	20
V-128	12/11/2017	1:43	2:04	2.612258	14.93	21
V-128	13/11/2017	2:04	2:21	2.612258	18.44	17
V-128	11/11/2017	2:21	2:38	2.612258	18.44	17
V-128	11/11/2017	2:38	2:56	2.612258	17.42	18
V-105	11/11/2017	2:08	2:24	2.612258	19.59	16
V-105	11/11/2017	2:24	2:42	2.612258	17.42	18
V-105	11/11/2017	2:42	2:59	2.612258	18.44	17
V-105	11/11/2017	2:59	3:16	2.612258	18.44	17

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3932	2	6	DME	8	2
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-125	11/11/2017	8:48	9:07	2.612258	16.50	19
V-125	11/11/2017	9:07	9:29	2.612258	14.25	22
V-125	11/11/2017	9:29	9:47	2.612258	17.42	18
V-125	11/11/2017	9:47	10:08	2.612258	14.93	21
V-125	11/11/2017		10:26	2.612258	0.50	626
V-128	11/11/2017	8:58	9:20	2.612258	14.25	22
V-128	12/11/2017	9:20	9:40	2.612258	15.67	20
V-128	13/11/2017	9:40	9:58	2.612258	17.42	18
V-128	11/11/2017	9:58	10:16	2.612258	17.42	18
V-128	11/11/2017	10:16	10:33	2.612258	18.44	17
V-105	11/11/2017	9:00	9:18	2.612258	17.42	18
V-105	11/11/2017	9:18	9:38	2.612258	15.67	20
V-105	11/11/2017	9:38	9:56	2.612258	17.42	18
V-105	11/11/2017	9:56	10:13	2.612258	18.44	17

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE NOVIEMBRE (2017)

TURNO	NOCHE
RUTA	TAJO CN - PAD

SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DIAZ
CONTROLADOR	ARNALDO LEYVA AGUILAR

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3932	3	9	PAD	7	56
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-106	26/11/2017	7:24	8:04	7.626987	22.88	40
V-106	26/11/2017	8:04	8:51	7.626987	19.47	47
V-106	26/11/2017	8:51	9:36	7.626987	20.34	45
V-106	26/11/2017	9:36	10:15	7.626987	23.47	39
V-106	26/11/2017	10:15	10:55	7.626987	22.88	40
V-114	26/11/2017	7:26	8:06	7.626987	22.88	40
V-114	26/11/2017	8:06	8:53	7.626987	19.47	47
V-114	26/11/2017	8:53	9:38	7.626987	20.34	45
V-114	26/11/2017	9:38	10:18	7.626987	22.88	40
V-118	26/11/2017	7:30	8:10	7.626987	22.88	40
V-118	26/11/2017	8:10	8:55	7.626987	20.34	45
V-118	26/11/2017	8:55	9:42	7.626987	19.47	47
V-102	26/11/2017	7:32	8:12	7.626987	22.88	40
V-102	26/11/2017	8:12	8:53	7.626987	22.32	41

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3932	3	9	PAD	7	56
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-109	26/11/2017	7:09	7:49	7.626987	22.88	40
V-109	26/11/2017	7:49	8:35	7.626987	19.90	46
V-109	26/11/2017	8:35	9:15	7.626987	22.88	40
V-109	26/11/2017	9:15	9:55	7.626987	22.88	40
V-109	26/11/2017	9:55	10:35	7.626987	22.88	40
V-109	26/11/2017	10:35	11:18	7.626987	21.28	43
V-119	26/11/2017	7:11	7:51	7.626987	22.88	40
V-119	26/11/2017	7:51	8:37	7.626987	19.90	46
V-119	26/11/2017	8:37	9:21	7.626987	20.80	44
V-119	26/11/2017	9:21	10:01	7.626987	22.88	40
V-127	26/11/2017	7:13	7:53	7.626987	22.88	40
V-127	26/11/2017	7:53	8:39	7.626987	19.90	46
V-127	26/11/2017	8:39	9:17	7.626987	24.09	38
V-127	26/11/2017	9:17	9:57	7.626987	22.88	40

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	CELDA
MINERAL	3932	3	12	PAD	7	58
CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-114	27/11/2017	7:41	8:21	7.662061	22.99	40
V-114	27/11/2017	8:21	9:05	7.662061	20.90	44
V-114	27/11/2017	9:05	9:47	7.662061	21.89	42
V-114	27/11/2017	9:47	10:30	7.662061	21.38	43
V-105	27/11/2017	7:42	8:24	7.662061	21.89	42
V-105	27/11/2017	8:24	9:08	7.662061	20.90	44
V-105	27/11/2017	9:08	10:00	7.662061	17.68	52
V-105	27/11/2017	10:00	10:45	7.662061	20.43	45
V-119	27/11/2017	7:43	8:26	7.662061	21.38	43
V-119	27/11/2017	8:26	9:11	7.662061	20.43	45
V-119	27/11/2017	9:11	9:55	7.662061	20.90	44
V-104	27/11/2017	7:49	8:28	7.662061	23.58	39
V-104	27/11/2017	8:28	9:13	7.662061	20.43	45
V-104	27/11/2017	9:13	9:58	7.662061	20.43	45

CONTROL DE TIEMPO DE TRANSPORTE NOVIEMBRE (2017)

TURNO	NOCHE	SUPERVISOR	ANTONIO AMÉSQUITA DIAZ
RUTA	TAJO CN - DME	CONTROLADOR	ARNALDO LEYVA AGUILAR

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3932	2	8	DME	8	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-101	7/11/2017	10:59	11:21	2.612258	14.25	22
V-101	7/11/2017	11:21	11:41	2.612258	15.67	20
V-101	7/11/2017	11:41	11:54	2.612258	24.11	13
V-101	7/11/2017	11:54	12:19	2.612258	12.54	25
V-101	7/11/2017	12:19	12:35	2.612258	19.59	16
V-101	7/11/2017	3:54	4:16	2.612258	14.25	22
V-101	7/11/2017	4:16	4:35	2.612258	16.50	19
V-111	7/11/2017	11:07	11:27	2.612258	15.67	20
V-111	7/11/2017	11:27	11:47	2.612258	15.67	20
V-111	7/11/2017	11:47	12:08	2.612258	14.93	21
V-111	7/11/2017	12:08	12:27	2.612258	16.50	19
V-111	7/11/2017	12:27	12:45	2.612258	17.42	18
V-117	7/11/2017	11:13	11:31	2.612258	17.42	18
V-117	7/11/2017	11:31	11:49	2.612258	17.42	18

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3932	2	8	DME	8	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-117	7/11/2017	3:55	4:14	2.612258	16.50	19
V-117	7/11/2017	4:14	4:33	2.612258	16.50	19
V-117	7/11/2017	4:33	4:53	2.612258	15.67	20
V-118	7/11/2017	11:15	11:35	2.612258	15.67	20
V-118	7/11/2017	11:35	11:55	2.612258	15.67	20
V-118	7/11/2017	11:55	12:15	2.612258	15.67	20
V-118	7/11/2017	12:15	12:34	2.612258	16.50	19
V-118	7/11/2017	12:34	12:51	2.612258	18.44	17
V-127	7/11/2017	11:18	11:38	2.612258	15.67	20
V-127	7/11/2017	11:38	11:57	2.612258	16.50	19
V-127	7/11/2017	11:57	12:17	2.612258	15.67	20
V-127	7/11/2017	12:17	12:36	2.612258	16.50	19
V-127	7/11/2017	12:36	12:53	2.612258	18.44	17
V-127	7/11/2017	4:06	4:25	2.612258	16.50	19

MATERIAL	BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	DESTINO	LIFT	ZONA
DESMONTE	3932	2	6	DME	8	2

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIAL (hh:mm)	HORA FINAL (hh:mm)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)
V-119	8/11/2017	8:49	9:11	2.612258	14.25	22
V-119	8/11/2017	9:11	9:29	2.612258	17.42	18
V-119	8/11/2017	9:29	9:49	2.612258	15.67	20
V-119	8/11/2017	10:29	10:48	2.612258	16.50	19
V-119	8/11/2017	10:48	11:06	2.612258	17.42	18
V-119	8/11/2017	11:06	11:26	2.612258	15.67	20
V-118	8/11/2017	8:03	8:23	2.612258	15.67	20
V-118	8/11/2017	8:23	8:46	2.612258	13.63	23
V-118	8/11/2017	8:46	9:06	2.612258	15.67	20
V-118	8/11/2017	9:06	9:26	2.612258	15.67	20
V-120	8/11/2017	9:15	9:37	2.612258	14.25	22
V-120	8/11/2017	9:37	9:56	2.612258	16.50	19
V-120	8/11/2017	9:56	10:15	2.612258	16.50	19
V-120	8/11/2017	10:15	10:33	2.612258	17.42	18

## ANEXO 6: DATOS DE VELOCIDADES

CONTROL DE VELOCIDADES (2017)
-------------------------------

CÓDIGO	FECHA	VELOCIDAD (km/h)		PENDIENTE
		CARGADO	VACÍO	
V-113	13/09/2017	22	31	- 9 - - 12
V-113	13/09/2017	21	30	- 9 - - 12
V-113	13/09/2017	20	28	- 9 - - 12
V-109	13/09/2017	23	29	- 9 - - 12
V-109	13/09/2017	24	33	- 9 - - 12
V-119	13/09/2017	23	24	- 9 - - 12
V-119	13/09/2017	21	36	- 9 - - 12
V-114	13/09/2017	20	25	- 9 - - 12
V-114	13/09/2017	23	28	- 9 - - 12
V-104	13/09/2017	19	27	- 9 - - 12
V-104	13/09/2017	20	30	- 9 - - 12
V-107	13/09/2017	20	32	- 9 - - 12
V-107	13/09/2017	21	29	- 9 - - 12
V-107	13/09/2017	21	28	- 9 - - 12
V-109	15/09/2017	23	28	- 9 - - 12
V-109	15/09/2017	21	30	- 9 - - 12
V-109	15/09/2017	20	31	- 9 - - 12
V-109	15/09/2017	19	31	- 9 - - 12
V-109	15/09/2017	19	31	- 9 - - 12
V-106	15/09/2017	24	29	- 9 - - 12
V-106	15/09/2017	25	29	- 9 - - 12
V-106	15/09/2017	20	30	- 9 - - 12
V-106	15/09/2017	21	34	- 9 - - 12
V-101	15/09/2017	18	30	- 9 - - 12
V-101	15/09/2017	20	25	- 9 - - 12
V-101	15/09/2017	25	29	- 9 - - 12
V-105	15/09/2017	22	36	- 9 - - 12
V-105	15/09/2017	23	33	- 9 - - 12
V-118	17/09/2017	22	32	- 9 - - 12
V-118	17/09/2017	25	30	- 9 - - 12
V-118	17/09/2017	24	28	- 9 - - 12
V-118	17/09/2017	26	29	- 9 - - 12
V-120	17/09/2017	22	28	- 9 - - 12
V-120	17/09/2017	20	28	- 9 - - 12
V-120	17/09/2017	21	30	- 9 - - 12
V-120	17/09/2017	22	32	- 9 - - 12
V-120	17/09/2017	18	34	- 9 - - 12
PROMEDIO		22	30	

CONTROL DE VELOCIDADES (2017)

CÓDIGO	FECHA	VELOCIDAD (km/h)		PENDIENTE (%)
		CARGADO	VACÍO	
V-105	15/09/2017	26	36	- 3 — - 8
V-105	15/09/2017	26	38	- 3 — - 8
V-120	15/09/2017	25	32	- 3 — - 8
V-120	15/09/2017	26	36	- 3 — - 8
V-120	15/09/2017	24	36	- 3 — - 8
V-120	15/09/2017	29	35	- 3 — - 8
V-120	15/09/2017	29	34	- 3 — - 8
V-118	15/09/2017	25	34	- 3 — - 8
V-118	15/09/2017	28	36	- 3 — - 8
V-118	15/09/2017	26	36	- 3 — - 8
V-118	15/09/2017	27	35	- 3 — - 8
V-121	16/09/2017	26	36	- 3 — - 8
V-121	16/09/2017	27	38	- 3 — - 8
V-121	16/09/2017	28	35	- 3 — - 8
V-109	16/09/2017	30	33	- 3 — - 8
V-109	16/09/2017	24	32	- 3 — - 8
V-109	16/09/2017	26	35	- 3 — - 8
V-106	16/09/2017	24	35	- 3 — - 8
V-106	16/09/2017	25	36	- 3 — - 8
V-101	16/09/2017	26	36	- 3 — - 8
V-101	16/09/2017	26	38	- 3 — - 8
V-101	16/09/2017	25	37	- 3 — - 8
V-113	21/09/2017	30	36	- 3 — - 8
V-113	21/09/2017	28	35	- 3 — - 8
V-113	21/09/2017	24	39	- 3 — - 8
V-114	21/09/2017	25	34	- 3 — - 8
V-114	21/09/2017	24	34	- 3 — - 8
V-114	21/09/2017	23	33	- 3 — - 8
V-116	21/09/2017	30	36	- 3 — - 8
V-116	21/09/2017	28	35	- 3 — - 8
V-116	21/09/2017	25	36	- 3 — - 8
V-101	21/09/2017	27	35	- 3 — - 8
V-101	21/09/2017	26	35	- 3 — - 8
V-101	21/09/2017	26	35	- 3 — - 8
V-101	21/09/2017	25	36	- 3 — - 8
V-101	21/09/2017	24	40	- 3 — - 8
V-101	21/09/2017	29	38	- 3 — - 8
PROMEDIO		26	36	

CONTROL DE VELOCIDADES (2017)

CÓDIGO	FECHA	VELOCIDAD (km/h)		PENDIENTE
		CARGADO	VACÍO	
V-113	13/09/2017	32	40	- 2 -- + 2
V-113	13/09/2017	32	41	- 2 -- + 2
V-113	13/09/2017	31	41	- 2 -- + 2
V-109	13/09/2017	30	42	- 2 -- + 2
V-109	13/09/2017	30	40	- 2 -- + 2
V-119	13/09/2017	30	42	- 2 -- + 2
V-119	13/09/2017	29	41	- 2 -- + 2
V-114	13/09/2017	30	40	- 2 -- + 2
V-114	13/09/2017	35	42	- 2 -- + 2
V-104	13/09/2017	30	41	- 2 -- + 2
V-104	13/09/2017	32	42	- 2 -- + 2
V-107	13/09/2017	30	42	- 2 -- + 2
V-107	13/09/2017	29	39	- 2 -- + 2
V-107	13/09/2017	28	39	- 2 -- + 2
V-109	15/09/2017	29	40	- 2 -- + 2
V-109	15/09/2017	28	40	- 2 -- + 2
V-109	15/09/2017	30	39	- 2 -- + 2
V-109	15/09/2017	33	40	- 2 -- + 2
V-109	15/09/2017	32	38	- 2 -- + 2
V-106	15/09/2017	34	39	- 2 -- + 2
V-106	15/09/2017	29	42	- 2 -- + 2
V-106	15/09/2017	29	41	- 2 -- + 2
V-106	15/09/2017	30	41	- 2 -- + 2
V-101	15/09/2017	33	40	- 2 -- + 2
V-101	15/09/2017	33	39	- 2 -- + 2
V-101	15/09/2017	30	39	- 2 -- + 2
V-105	15/09/2017	30	41	- 2 -- + 2
V-105	15/09/2017	30	42	- 2 -- + 2
V-118	17/09/2017	28	39	- 2 -- + 2
V-118	17/09/2017	28	40	- 2 -- + 2
V-118	17/09/2017	28	42	- 2 -- + 2
V-118	17/09/2017	30	40	- 2 -- + 2
V-120	17/09/2017	30	42	- 2 -- + 2
V-120	17/09/2017	30	41	- 2 -- + 2
V-120	17/09/2017	31	42	- 2 -- + 2
V-120	17/09/2017	32	39	- 2 -- + 2
V-120	17/09/2017	32	40	- 2 -- + 2
PROMEDIO		30	40	

CONTROL DE VELOCIDADES (2017)

CÓDIGO	FECHA	VELOCIDAD (km/h)		PENDIENTE (%)
		CARGADO	VACÍO	
V-113	13/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-113	13/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-113	13/09/2017	26	35	+ 3 -- + 8
V-109	13/09/2017	25	35	+ 3 -- + 8
V-109	13/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-119	13/09/2017	26	35	+ 3 -- + 8
V-119	13/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-114	13/09/2017	26	35	+ 3 -- + 8
V-114	13/09/2017	25	34	+ 3 -- + 8
V-104	13/09/2017	27	38	+ 3 -- + 8
V-104	13/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-107	13/09/2017	27	37	+ 3 -- + 8
V-107	13/09/2017	25	35	+ 3 -- + 8
V-107	13/09/2017	26	35	+ 3 -- + 8
V-109	15/09/2017	28	36	+ 3 -- + 8
V-109	15/09/2017	27	38	+ 3 -- + 8
V-109	15/09/2017	26	38	+ 3 -- + 8
V-109	15/09/2017	25	37	+ 3 -- + 8
V-109	15/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-106	15/09/2017	25	34	+ 3 -- + 8
V-106	15/09/2017	27	35	+ 3 -- + 8
V-106	15/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-106	15/09/2017	25	35	+ 3 -- + 8
V-101	15/09/2017	24	34	+ 3 -- + 8
V-101	15/09/2017	28	35	+ 3 -- + 8
V-101	15/09/2017	24	34	+ 3 -- + 8
V-105	15/09/2017	25	34	+ 3 -- + 8
V-105	15/09/2017	26	34	+ 3 -- + 8
V-118	17/09/2017	27	36	+ 3 -- + 8
V-118	17/09/2017	28	33	+ 3 -- + 8
V-118	17/09/2017	25	34	+ 3 -- + 8
V-118	17/09/2017	24	35	+ 3 -- + 8
V-120	17/09/2017	20	36	+ 3 -- + 8
V-120	17/09/2017	26	36	+ 3 -- + 8
V-120	17/09/2017	25	33	+ 3 -- + 8
V-120	17/09/2017	28	36	+ 3 -- + 8
V-120	17/09/2017	27	38	+ 3 -- + 8
PROMEDIO		26	35	

CONTROL DE VELOCIDADES (2017)

CÓDIGO	FECHA	VELOCIDAD (km/h)		PENDIENTE (%)
		CARGADO	VACÍO	
V-105	15/09/2017	21	27	+ 9 – + 12
V-105	15/09/2017	22	27	+ 9 – + 12
V-120	15/09/2017	22	27	+ 9 – + 12
V-120	15/09/2017	22	29	+ 9 – + 12
V-120	15/09/2017	23	28	+ 9 – + 12
V-120	15/09/2017	22	26	+ 9 – + 12
V-120	15/09/2017	21	29	+ 9 – + 12
V-118	15/09/2017	22	30	+ 9 – + 12
V-118	15/09/2017	22	30	+ 9 – + 12
V-118	15/09/2017	22	30	+ 9 – + 12
V-118	15/09/2017	23	28	+ 9 – + 12
V-121	16/09/2017	24	30	+ 9 – + 12
V-121	16/09/2017	23	29	+ 9 – + 12
V-121	16/09/2017	25	28	+ 9 – + 12
V-109	16/09/2017	26	28	+ 9 – + 12
V-109	16/09/2017	22	27	+ 9 – + 12
V-109	16/09/2017	23	26	+ 9 – + 12
V-106	16/09/2017	22	26	+ 9 – + 12
V-106	16/09/2017	22	26	+ 9 – + 12
V-101	16/09/2017	20	31	+ 9 – + 12
V-101	16/09/2017	21	30	+ 9 – + 12
V-101	16/09/2017	20	30	+ 9 – + 12
V-113	21/09/2017	20	28	+ 9 – + 12
V-113	21/09/2017	21	29	+ 9 – + 12
V-113	21/09/2017	23	28	+ 9 – + 12
V-114	21/09/2017	20	28	+ 9 – + 12
V-114	21/09/2017	22	28	+ 9 – + 12
V-114	21/09/2017	24	26	+ 9 – + 12
V-116	21/09/2017	22	25	+ 9 – + 12
V-116	21/09/2017	18	26	+ 9 – + 12
V-116	21/09/2017	20	27	+ 9 – + 12
V-101	21/09/2017	23	24	+ 9 – + 12
V-101	21/09/2017	25	24	+ 9 – + 12
V-101	21/09/2017	26	25	+ 9 – + 12
V-101	21/09/2017	22	28	+ 9 – + 12
V-101	21/09/2017	24	27	+ 9 – + 12
V-101	21/09/2017	22	24	+ 9 – + 12
PROMEDIO		22	28	

**ANEXO 7: RESUMEN DE TIEMPO DE COLAS DE EQUIPOS DE  
TRANSPORTE (2017)**

BANCO	PROYECTO	POLÍGONO	VÍA	HORA PARADA (hh:mm:ss)	HORA REINICIO (hh:mm:ss)	COLA (hh:mm:ss)	CICLO PROMEDIO (hh:mm:ss)
3940	2	7	TAJO - PAD	8:00:00	8:00:57	0:00:57	0:39:38
3940	2	7	TAJO - PAD	8:01:00	8:02:01	0:01:01	0:39:38
3940	2	7	TAJO - PAD	8:01:30	8:05:27	0:03:57	0:39:38
3964	7	27	TAJO - PAD	9:05:00	9:08:48	0:03:48	0:42:34
3964	7	27	TAJO - PAD	10:33:10	10:36:37	0:03:27	0:42:34
3956	7	17	TAJO - PAD	8:05:00	8:05:43	0:00:43	0:42:34
3956	7	17	TAJO - PAD	8:05:21	8:07:49	0:02:28	0:42:34
3956	7	17	TAJO - PAD	8:06:02	8:09:26	0:03:24	0:42:34
3948	5	18	TAJO - PAD	3:21:14	3:23:22	0:02:08	0:40:29
3948	5	18	TAJO - PAD	3:21:40	3:24:02	0:02:22	0:40:29
				<b>PROMEDIO</b>		<b>0:02:25</b>	<b>0:41:16</b>
3948	5	17	TAJO -DME	10:10:20	10:12:07	0:01:47	0:20:40
3948	5	17	TAJO -DME	10:10:58	10:14:03	0:03:05	0:20:40
3948	5	17	TAJO -DME	10:12:05	10:14:21	0:02:16	0:20:40
3932	2	8	TAJO -DME	4:16:18	4:18:14	0:01:56	0:18:48
3932	2	8	TAJO -DME	4:17:11	4:19:52	0:02:41	0:18:48
3932	2	6	TAJO -DME	2:33:32	2:35:17	0:01:45	0:18:48
3932	2	6	TAJO -DME	2:34:40	2:36:07	0:01:27	0:18:48
3932	2	6	TAJO -DME	2:36:43	2:39:14	0:02:31	0:18:48
				<b>PROMEDIO</b>		<b>0:02:11</b>	<b>0:19:30</b>

