

## NOMBRE DEL TRABAJO

OPTIMIZACIÓN DE LOS KPIS PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL  
PROCESO DE EXTRACCION CON  
VOLQUETES EN LA CONTRATA DCR  
MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE LA  
UNIDAD MINERA INMACULADA - CÍA  
MINERA ARES S.A.C.

## AUTOR

DENYS YANQUE RUELAS

## RECUENTO DE PALABRAS

10615 Words

## RECUENTO DE CARACTERES

53455 Characters

## RECUENTO DE PÁGINAS

74 Pages

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.4MB

## FECHA DE ENTREGA

Jun 25, 2024 11:53 AM GMT-5

## FECHA DEL INFORME

Jun 25, 2024 11:54 AM GMT-5

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)

  
**Dr. Anibal Sucari Leon**  
DOCENTE  
E.P. DE INGENIERÍA DE MINAS  
UNA - PUNO



  
**Dr. Americo Arizaca Avalos**  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Ingeniería de Minas

**1** **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**OPTIMIZACIÓN DE LOS KPIs PARA MEJORAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN CON  
VOLQUETES EN LA CONTRATA DCR MINERÍA Y  
CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD MINERA INMACULADA – CÍA  
MINERA ARES S.A.C.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**DENYS YANQUE RUELAS**

**1** **PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



## **DEDICATORIA**

*A mis padres que me dieron la vida y me apoyan en cada reto que se me presenta, por su fuerza y confianza en mi persona*

*A mis hermanos que día a día me motivaron, alentaron para ser un buen profesional al servicio de la sociedad.*

***Denys Yanque Ruelas***

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional del Altiplano, que me permitió realizar mis estudios universitarios en la Facultad de Ingeniería de Minas facilitando su infraestructura y el cuerpo de docentes.*

*A todo el personal docente y administrativos que fueron parte de mi formación brindándome apoyo durante el tiempo de estudiante en la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.*

*A los miembros del jurado calificador <sup>1</sup> ya que con sus observaciones y recomendaciones pudo concretarse este trabajo de investigación.*

***Denys Yanque Ruelas***

# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN** ..... 12

**ABSTRACT**..... 13

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** ..... 14

**1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA** ..... 14

1.2.1. Pregunta general ..... 14

1.2.2. Preguntas específicas ..... 15

**1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS** ..... 15

1.3.1. Hipótesis general..... 15

1.3.2. Hipótesis específicas..... 15

**1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**..... 16

**1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN** ..... 16

1.5.1. Objetivo general..... 16

1.5.2. Objetivos específicos ..... 16

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1.</b>	<b>ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.2.1.	Rendimiento teórico del volquete .....	22
2.2.2.	Factores que influyen en el rendimiento de un volquete .....	23
2.2.3.	Transporte de material .....	26
2.2.4.	Ciclo de trabajo del volquete .....	27
2.2.5.	Control de tiempo en un volquete .....	28
2.2.6.	Equipos de carguío en minería aluvial.....	29
2.2.7.	Equipos para acarreo y traslado de material .....	29
<b>2.3.</b>	<b>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS</b> .....	<b>30</b>

## 1 CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1.</b>	<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO</b> .....	<b>32</b>
3.1.1	Accesibilidad .....	32
<b>3.2.</b>	<b>PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3.</b>	<b>PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4.</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO</b> .....	<b>33</b>
3.4.1.	Población .....	33
3.4.2.	Muestra .....	33
<b>3.5</b>	<b>DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO</b> .....	<b>34</b>
3.5.1.	Enfoque de investigación.....	34
3.5.2.	Tipo de investigación.....	34
<b>3.6.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>34</b>

<b>3.7</b>	<b>VARIABLES</b> .....	<b>35</b>
3.7.1.	Variables de investigación .....	35
3.7.2.	Operacionalización de variables .....	35
<b>3.8.</b>	<b>ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	<b>36</b>
<b>3.9.</b>	<b>PRUEBA DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
<b>4.1.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
4.1.1.	Productividad antes de la optimización del proceso de extracción .....	37
4.1.2.	Productividad después de la optimización del proceso de extracción .....	39
4.1.3.	Optimización de los KPIs para mejorar la productividad en el proceso de extracción .....	42
<b>4.1.4.</b>	<b>Prueba de hipótesis</b> .....	<b>46</b>
<b>4.2.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>48</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>53</b>

**Área:** Ingeniería de Minas

**Tema:** Métodos de extracción de yacimientos minerales metálicos y no metálicos

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 02 de julio del 2024

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Porcentaje del esponjamiento .....	23
<b>Tabla 2</b> Acceso a la Unidad Minera Inmaculada .....	32
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de variables .....	35
<b>Tabla 4</b> Comparación de rendimiento del volquete FMX .....	38
<b>Tabla 5</b> Plan de mejora en la extracción .....	39
<b>Tabla 6</b> Producción de la muestra de estudio después de optimizar los KPIs .....	40
<b>Tabla 7</b> Producción de la muestra de estudio.....	43
<b>Tabla 8</b> Comparación de la producción de mineral .....	45
<b>Tabla 9</b> Estadística descriptiva de la producción .....	47
<b>Tabla 10</b> Prueba t de student para la muestra de estudio .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Producción 2° trimestre 2023 .....	37
<b>Figura 2</b> Producción acumulado por mes en el 2° trimestre 2023 .....	38
<b>Figura 3</b> Producción mensual 2° trimestre 2023.....	39
<b>Figura 4</b> Extracción después de la optimización de los KPIs.....	41
<b>Figura 5</b> Producción 3° trimestre después de optimizar los KPIs .....	41
<b>Figura 6</b> Producción acumulado por mes en el 3° trimestre 2023 .....	42
<b>Figura 7</b> Producción de la muestra de estudio .....	43
<b>Figura 8</b> Comparación de la producción promedio .....	44
<b>Figura 9.</b> Comparación del total de la producción grupo muestral.....	44
<b>Figura 10</b> Incremento de la productividad de mineral.....	45

## 2 INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1</b> Ubicación de la Unidad Minera Inmaculada .....	54
<b>Anexo 2</b> Reporte de productividad antes de la optimización 2° trimestre del 2023 .....	55
<b>Anexo 3</b> Producción de la muestra de estudio 2° trimestre del 2023 .....	56
<b>Anexo 4</b> Producción de la muestra de estudio antes de optimizar los KPIs.....	57
<b>Anexo 5</b> Reporte de productividad después de la optimización 3° trimestre del 2023 ..	58
<b>Anexo 6</b> Producción de la muestra de estudio 3° trimestre del 2023 .....	59
<b>Anexo 7</b> Producción de la muestra de estudio después de optimizar los KPIs .....	60
<b>Anexo 8</b> Vías en mal estado .....	61
<b>Anexo 9</b> Mangas obstaculizando en pase del volquete .....	61
<b>Anexo 10</b> Rendimiento del volquete por viaje – diagnóstico.....	62
<b>Anexo 11</b> Supervisión del proceso de extracción.....	62
<b>Anexo 12</b> Circuito de tránsito de los volquetes .....	63
<b>Anexo 13</b> Plano topográfico de la ruta de acarreo de material.....	64
<b>Anexo 14</b> Informe de mantenimiento de vías.....	65
<b>Anexo 15</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis .....	73
<b>Anexo 16</b> Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional .....	74

# ACRÓNIMOS

<b>S.A.C.:</b>	Sociedad Anónima Cerrada
<b>G:</b>	<sup>1</sup> Factor de eficiencia
<b>Q:</b>	Capacidad de tolva de volquete
<b>Cm:</b>	tiempo del ciclo de trabajo del volquete
<b>F:</b>	factor de esponjamiento
<b>Tc:</b>	tiempo de carguío
<b>Ttc:</b>	tiempo de traslado cargado
<b>Td:</b>	tiempo de descarga
<b>Trv:</b>	tiempo de retorno vacío

## **RESUMEN**

La contrata DCR Minería y Construcción realiza la actividad de extracción de mineral y desmonte en la Unidad Minera Inmaculada - Cía. Minera Ares S.A.C. en el cual se realizó una revisión y análisis de la producción del 2º trimestre detectando un incumplimiento del programa mensual, semanal y diario, encontrando problemas de vías en mal estado, falta de radios para comunicarse, tiempos muertos y volquetes acumulados, mangas de ventilación fuera del estándar y desconocimiento de las rutas de extracción. Por lo tanto, se planteó como objetivo optimizar los KPIs para mejorar la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C. Se aplicó un enfoque cuantitativo, tipo de investigación experimental ya que se tuvo que manipular las variables y un diseño pre experimental con observaciones en un solo grupo antes y después, una población de 12 volquetes y una muestra de 3 volquetes haciendo seguimiento a la muestra en 10 días y a la población de estudio en 3 meses. Encontrando como resultado principal una mejora en la producción de mineral de 131,34 a 170,6 TMH en el volquete 1, así mismo de 166.21 a 203.40 TMH en el volquete 2 y finalmente de 167,75 a 202,54 THM. Concluyendo de que al optimizar los KPIs se mejoró la productividad en un 10,6 % al comparar el 2º y 3º trimestre del año 2023 gracias al mantenimiento de vías, estandarización de mangas, implementación de radios, relevo adecuado de las contraguardias y capacitación a los operadores de volquetes.

**Palabras clave:** Minería, Mineral, Producción, Volquetes, KPIs

## ABSTRACT

The DCR Mining and Construction contract performs the activity of mineral extraction and waste removal at the Inmaculada Mining Unit - Cia Minera Ares S.A.C., in which a review and analysis of the production of the 2nd quarter was carried out, detecting non-compliance with the monthly, weekly and daily program, finding problems of roads in poor condition, lack of radios to communicate, dead times and accumulated dump trucks, ventilation sleeves out of standard and lack of knowledge of the extraction routes. Therefore, the objective was to optimize the KPIs to improve productivity in the extraction process with dump trucks in the DCR Mining and Construction contract of the Inmaculada Mining Unit - Cía Minera Ares S.A.C. A quantitative approach was applied, experimental type of research since the variables had to be manipulated and a pre-experimental design with observations in a single group before and after, a population of 12 dump trucks and a sample of 3 dump trucks, following up the sample in 10 days and the study population in 3 months. The main result was an improvement in ore production from 131.34 to 170.26 MTH in dump truck 1, from 166.21 to 203.40 MTH in dump truck 2 and finally from 167.75 to 202.54 THM. In conclusion, by optimizing the KPIs, productivity improved by 10.6% when comparing the 2nd and 3rd quarter of 2023, thanks to the maintenance of tracks, standardization of sleeves, implementation of radios, proper relaying of counterguards and training of dump truck operators.

**Keyword:** Mining, production, ore, dump trucks, KPIs.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contrata DCR Minería y construcción actualmente se dedica a la extracción de mineral y desmonte en la Unidad Minera Inmaculada de la Cía. Minera Ares S.A.C., según las evaluaciones del plan diario, semanal y plan mensual respecto a la extracción donde se evidencia que no cumple lo planificado en el volumen a extraer la evaluación fue en el segundo trimestre del año 2023.

Según el análisis se pudo detectar las siguientes causas como las vías en mal estado, mala distribución de volquetes, tiempos muertos debido al consumo de coca y distractor como el celular.

De continuar dicho problema ocasiona una valorización menor a lo estimado, menor ingreso o ganancia para la empresa lo cual repercute en la generación de bonos de cumplimiento, canasta navideña, actividades de sociales. A causa de dicho problema nace la necesidad de optimizar los KPIs de la extracción con volquetes con la finalidad de incrementar la producción.

### 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.2.1. Pregunta general

¿Cómo mejorar la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.?

### **1.2.2. Preguntas específicas**

¿Cuál es la productividad antes de la optimización del proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C.?

¿Cuál es la productividad después de la optimización del proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C.?

## **2** **1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **1.3.1. Hipótesis general**

Mediante la optimización de los KPIs se mejora la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

### **1.3.2. Hipótesis específicas**

La productividad antes de la optimización presenta un incumplimiento del programa en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C.

La productividad después de la optimización presenta un cumplimiento del programa en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se propuso porque existía un incumplimiento del plan diario, semanal y mensual, generando un déficit en la valorización mensual, ya sea en la extracción de mineral y desmonte desde interior mina a superficie.

El trabajo de investigación soluciona el problema de baja producción en la extracción de mineral y desmonte. La optimizando los KPIs de la extracción con volquetes que está a cargo la contrata DCR Minería y Construcción en la Unidad Minera Inmaculada.

El trabajo de investigación es importante para la empresa y para mi persona ya que permitirá optimizar los KPIs para mejorar la producción durante la extracción, y servirá como ejemplo para otros investigadores respecto al tema.

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Objetivo general**

Optimizar los KPIs para mejorar la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

Determinar la productividad antes de la optimización del proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C.

Determinar la productividad después de la optimización del proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – <sup>1</sup>Cía. Minera Ares S.A.C.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Mollo (2022) afirma que los principales problemas del actual sistema de transporte son: altos índices de demora, carga inadecuada en los volquetes, ya sea baja carga o sobre carga, y alto índice de paradas por mantenimiento correctivo. La capacidad de carga de los volquetes está por debajo de la carga optima, especialmente en los volquetes FMX 6x4, mientras que en los camiones FMX 8x4 hay sobrecarga. Las demoras operativas corresponden a la espera en el punto de carga, y al tráfico en las vías superficiales. El 60%, aproximadamente, de las paradas de mantenimiento corresponden a mantenimiento correctivo, asociado a falta de mantenimiento vial en el interior y superficie de la mina.

De la Cruz (2021) al aplicar la Teoría de colas en sus operaciones unitarias de carguío y transporte se pudo incrementar en 10% (285 m<sup>3</sup>/h – 320 m<sup>3</sup>/h) la producción de los equipos de carguío en este caso el scoop. Los costos unitarios de carga y transporte utilizando la teoría de colas se reducen en un promedio de \$ 393,39 diarios en carga y en promedio \$ 4 827,91 diarios en costos de espera en transportes propios del transporte de grandes cantidades de minerales y residuos en dos turnos diarios, financia Compañía Minera Volcán. han mejorado.

León (2021) señala que el rendimiento mínimo y máximo del volquete es de 28,53 T/h y 35,12 T/h, respectivamente. El rendimiento mínimo y máximo del dumper 12TN es de 11,34 T/t y 14,88 T/t respectivamente. En este sentido, se puede confirmar la hipótesis 1 planteada al principio, el rendimiento de la barrena obtenido (de 28,53 T/t

a 35,12 T/t) es superior al "nivel de comparación" medio<sup>1</sup> en minas subterráneas. De 23T/h a 31T/h. En este sentido, este retorno se puede optimizar posicionándose con ventaja sobre otras empresas y mejorando la eficiencia operativa a largo plazo.

Ramos & Salomon (2021) concluyen que, en la situación actual, el número de espera de volquetes es de 1, el tiempo de carguío es de 8,41 minutos y el tiempo de espera en la fila es de 3,91 minutos, lo cual genera pérdidas productivas y económicas. Por otro lado, en el caso óptimo, el número de volquetes en espera es 0, el tiempo de carga es de 4,81 minutos y el tiempo de cola es de 0,36 minutos, respectivamente, que son casos óptimos donde ninguna máquina deja de esperar consecuentemente.

Rojas (2020) afirma la implementación del Ore Pass 690 es de US\$ 682,257 en el nivel 1515 del sector Ayala Inferior, con la finalidad de reducir las distancias de transporte desde las cámaras de carguío 280 y 210 ubicados en el mismo sector. La distancia desde la bodega 280 al galpón 610 es de 2093 m y la distancia al galpón 690 es de 1417 m, una reducción de 676 m. La distancia desde la bodega 210 al galpón 610 es de 2806 m y la distancia al galpón 690 es de 1073 m, una reducción de 1730 m.

Esteban & Huaroc (2020) señala que mediante el uso de herramientas de gestión de aplicaciones (monitoreo de intervalos de tiempo cortos), se puede optimizar el tiempo no productivo durante este mes, la zona Norte se reduce de 363,35 horas a 263,20 horas, y la zona Sur se reduce de 256,51 horas a 205,24 horas, reduciendo el tiempo total. número de horas; el tiempo de optimización de dos distritos es de 151,42 horas, lo que significa que la productividad en el distrito Norte aumentó en 264 viajes. Hay 31 vuelos cada uno en el distrito y en el distrito sur. Este mes se han emitido un total de 295 viajes desde ambas áreas.

Ramos (2020) menciona que con la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje en el inclinado 020 en la corporación minera santa teresa se logró una producción de 22,68 TM/guardia, 45,36 TM/día y 1 360,8 TM/mes en comparación al sistema de izaje manual que producía solamente 6.03 TM/guardia, 12,078 TM/día y 362.20 TM/mes que nos muestra un incremento de producción de 16,65 TM/guardia, 33,8 TM/día y 998,6 TM/mes la misma que demuestra la hipótesis planteada es acertada.

Vilcapoma (2019) afirma que al analizar los resultados de KPI para Volvo FMX 6x4R e Iveco 380T42, se puede observar que el volumen de transporte promedio es de 124,39 toneladas por hora, lo que da 174,73 \$/h; en cuanto al IVECO 380T42, es de 61 toneladas por hora con una inversión de 167,77 \$/h. El precio de la marca Volvo FMX 6x4R es de 63,39 \$/T y 6,96 \$/T.

Hurtado (2019) menciona que al aplicar la Teoría de líneas de espera en sus operaciones unitarias de acarreo y transporte se pudo incrementar la producción diaria, los costos de las operaciones unitarias de acarreo y transporte al aplicar la teoría de línea de espera se redujeron, la producción de mineral se incrementó favorablemente, así cumpliendo mejor lo programado al día.

Amau (2019) afirmó que según la Figura 10, se ha establecido que la optimización de los equipos del barco tiene un impacto directo y significativo en el aumento de la producción. En comparación con la estimación, la producción real después de optimizar el equipamiento del barco alcanzó una media de 299,112 KTM. de 283,358 KTM desde que se entregaron Del 100 % coinciden con el 99,39 %.

Bazauri & Tauma (2019) señalan que el rendimiento real obtenido en la implementación es inferior al valor especificado por el fabricante, según las

especificaciones del fabricante, el rendimiento de la excavadora con carga es de 522 m<sup>3</sup>/h, mientras que el rendimiento observado en el campo es de 288,23 m<sup>3</sup>/h, la distancia es 2,60 km, el rendimiento de Scania Dumper en modo remolque según las especificaciones del fabricante es de 100 m<sup>3</sup>/T, mientras que el rendimiento observado en el campo es de 80 m<sup>3</sup>/h.

Peña (2019) manifiesta que el tiempo de carga y remolque del volquete 8x4 de 25 m<sup>3</sup> es mayor que el del volquete 8x4 de 20 m<sup>3</sup> (12 minutos de media), lo que se compensa con la mayor capacidad del volquete de 25 m<sup>3</sup>. La tarifa por hora de una excavadora es de aproximadamente \$ 122,47 por hora. Para evitar pérdidas financieras, es importante tener una cantidad óptima de camiones para cumplir con los requisitos de producción y mantener la excavadora inactiva y/o el tiempo de inactividad lo más corto posible.

Vásquez & Velez (2019) Indica que un volquete Volvo FMX 8x4 con capacidad de 20 m<sup>3</sup> y 25 m<sup>3</sup> tiene un tiempo de ciclo medido de 69,13 minutos. El trayecto entre el río Tajo y la Plataforma de Lavado es de 57,92 minutos y 57,92 minutos, respectivamente. Otra ruta entre Tahoe y el vertedero tiene un tiempo de ciclo de 57,35 minutos. Se necesitan 40,63 minutos para un camión volquete de 20 metros cúbicos y 40,63 minutos para un camión volquete de 25 metros cúbicos. El proceso de carga de un volquete de 25 metros cúbicos desde Tagus hasta Padé lleva menos tiempo. En comparación con el tiempo de ciclo del volquete de 20 metros cúbicos, la diferencia fue de 11,21 minutos, mientras que el tiempo de ciclo logrado por ambos volquetes en la ruta de Tezu al vertedero fue de 16,72 minutos.

Ayay (2018) concluyó que los tiempos de ciclo para el equipo de carga y acarreo fueron determinados por el cargador frontal Cat 950H con un tiempo de ciclo promedio

de 2,10 min. La excavadora Cat 320C tuvo un tiempo de ciclo promedio de 33,10 segundos y, finalmente, el camión volquete Volvo tuvo un tiempo de ciclo promedio de 15,83 minutos. El rendimiento del equipo se midió en 67,91 m<sup>3</sup>/h para el cargador frontal Cat 950H, 129,48 m<sup>3</sup>/h para la excavadora Cat 320C y 47,18 m<sup>3</sup>/h para el camión volquete Volvo.

Huarocc (2014) La gestión de la producción mediante los indicadores de desempeño nos permite una reducción de costos en 0,44 \$/Tn en la operación unitaria de carguío de mineral y 0,34 \$/Tn en la operación de acarreo de mineral se ha tomado en cuenta la información histórica presente de los controles desarrollados con los cambios operativos desarrollados dentro de la operación de minado.

Mayhua & Mendoza (2012) En los tiempos medidos, la mayor pérdida de tiempo muerto es producto de demoras operativas (Cola de volquetes en un solo punto de carguío y congestión vehicular en la rampa de acceso hacia superficie con volquetes de la zona 11, por fallas mecánicas) seguido de demoras fijas. El ciclo de las operaciones de carga y transporte incide directamente en la producción del Nv 1070, que actualmente genera un déficit de 183,52 toneladas/día y 5 505,69 toneladas/mes.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Rendimiento teórico del volquete**

El rendimiento teórico (RT) es el rendimiento que la máquina puede alcanzar sin interrupción y en buenas condiciones técnicas y de trabajo. Los fabricantes de equipos lo ofrecen en catálogos de venta y en una máquina pesada se acorta por la distancia. Por otro lado, señala que se considera el rendimiento real (RR) la capacidad de la maquinaria pesada cuando se desarrolla en condiciones reales y normales de trabajo, teniendo en cuenta diversos motivos

(lluvia, fallas inesperadas, <sup>1</sup> mantenimiento de equipos, etc.). ), así como el estado técnico del equipo y la experiencia y habilidades de los operadores del equipo. Generalmente este será menor o igual que el rendimiento teórico, es decir:  $RR \leq SRN$  (Ayay, 2018).

$$R = (Q \times G \times 60) / C_m \times F$$

Donde:

G = Factor de eficiencia

Q = Capacidad de la tolva

C<sub>m</sub> = Tiempo de ciclo de trabajo del volquete

F = Factor de esponjamiento

### <sup>1</sup> 2.2.2. Factores que influyen en el rendimiento de un volquete

Los factores principales que influyen en el rendimiento de un volquete podemos mencionar los siguientes:

#### *Factor de esponjamiento*

Este factor quiere decir <sup>1</sup> a la relación que interactúa entre la cantidad de un material antes y después del traslado de excavación.

#### **Tabla 1**

##### *Porcentaje del esponjamiento*

<b>Clase de material</b>	<b>% de esponjamiento</b>
Roca sólida	50 % a 80 %

Nota: Ayay ( 2018)

- *Capacidad de la tolva*

La capacidad del dumper se refiere al lugar donde se almacenan temporalmente los materiales a remolcar o transportar. Generalmente se mide en m<sup>3</sup> o yd<sup>3</sup>.

- ***Fragmentación del material***

El carguío es el primer cliente de la voladura, es el que se las tendrá que arreglar para manipular el material volado y si este material no cumple con las características apropiadas (granulometría, geometría de la ola de escombros, estado del piso, etc.), la operación del carguío se verá severamente afectada (incremento de costos y daños en equipos), así mismo el transporte será afectado al bajar sus rendimientos (ciclo de carguío mayor) y podrá sufrir daños al ser cargado con material de mayor tamaño que lo ideal (Blas, 2007).

- ***Estado de la vía***

Tanto el tipo de superficie de rodamiento que determina la resistencia a la rodadura de las unidades de acarreo, como la pendiente influencia el factor de resistencia a la gradiente y el ancho de vía en el caso del transporte hace eficiente y seguro el tráfico de los vehículos, en el caso de las unidades de excavación influencia significativamente tanto en rendimiento como la seguridad operativa (Blas, 2007).

- ***Pendiente***

El diseño de rampas es un factor importante al diseñar grandes operaciones mineras. Los planificadores deben comprender la productividad máxima de los camiones en la ruta diseñada. Normalmente, el 50 % del tiempo total de viaje de la ruta de un camión se pasa en la rampa principal. Se ha

observado que la productividad de los camiones disminuye en un promedio de 0,5% por cada 1% de aumento en la calidad de la rampa principal. Los planificadores deben analizar las opciones de diseño y considerar las consecuencias directas de aumentar o disminuir la pendiente de la rampa (Blas, 2007).

- ***Mantenimiento del equipo***

Todas estas son actividades realizadas por personal capacitado y autorizado que es responsable de garantizar la funcionalidad y disponibilidad de los equipos para garantizar la continuidad del negocio y evitar fallas y/o mal funcionamiento de diversos equipos (Blas, 2007).

- ***Factores que influyen negativamente en el rendimiento del volquete***

Blas (2007) señala que son factores que influyen de forma negativamente en el rendimiento del volquete son:

- Sensación de cansancio por las horas extras.
- Cambios en el desempeño laboral.
- Complejidad del desempeño laboral.
- Bloqueo por demasiados dispositivos.
- No hay ningún responsable en el lugar de trabajo.
- Los materiales enviados son de mala calidad o no tienen el tamaño adecuado para su transporte.
- Factores climáticos inadecuados.
- Errores en el ambiente de trabajo, falta de iluminación.
- Demasiada rotación.

- Falta de disponibilidad oportuna de materiales de trabajo, herramientas, equipos, maquinaria y repuestos.
- Falta de personal capacitado.
- Falta de motivación entre los empleados.
- <sup>1</sup> Paradas sin programación y control (ida a los servicios, café, etc.)

- **Factores que influyen positivamente en el rendimiento del volquete**

Para Peña (2019) algunos de los factores que influyen a incrementar el rendimiento del volquete podemos mencionar los siguientes:

- La formación del personal.
- Innovaciones en tecnología de operación de equipos.
- Mejor planificación.
- Plan de incentivos para empleados.
- Mantenimiento adecuado de los equipos.
- Diseñar rutas y zonas que hagan más ameno el trabajo.
- Mejor trituración de rocas voladas.
- Plan de mantenimiento de equipos..

### **2.2.3. Transporte de material**

El transporte de material consiste en el proceso de traslado de material mineral o desmonte desde el yacimiento hacia un destino como la cancha de mineral o la cancha de desmonte, el transporte del material se realiza utilizando volquetes de diferentes capacidades (Peña, 2019).

#### 2.2.4. Ciclo de trabajo del volquete

Peña (2019) señala que dentro del ciclo de trabajo, tomando en cuenta todas las acciones que realiza el camión volquete para poder trasladar el material, se puede explicar mediante la siguiente fórmula:

$$Cm = C + Tc + D + Tv$$

C = carguío de material

Tc = transporte cargado

D = descarga de material

Tv = transporte vacío

##### - **Proceso de carguío del material**

El manejo de materiales se refiere al proceso de levantar materiales del suelo para almacenar, transportar o mover equipos móviles.

##### - **Viaje de volquete cargado de material**

Es el arrastre o transporte de materiales sobre carriles después de la carga hasta llegar a la zona de descarga de material.

##### - **Proceso de descarga de material**

La descarga del material es el proceso de vaciado respectivo del material de la tolva de un volquete hacia el piso, ya sea la desmontera, cancha de mineral, chancadora o chute.

##### - **Retorno de volquete vacío**

Este es el último paso en el ciclo de trabajo del camión volquete, ya que comienza cuando el camión regresa al punto de carga cuando se realiza la descarga adecuada.

## 2.2.5. Control de tiempo en un volquete

Peña (2019) indica que la gestión del tiempo se refiere al tiempo que dedica el camión volquete a cada actividad y se expresa en la siguiente fórmula.

$$Cm = Tcm + Ttm + Tdm + Trv$$

Donde:

$Cm$  = Tiempo de ciclo de trabajo del volquete

$Tcm$  = tiempo dedicado al carguío del material

$Ttm$  = tiempo dedicado al traslado del material

$Tdm$  = tiempo dedicado a descarga del material

$Trv$  = tiempo dedicado al retorno del volquete vacío

### - Tiempo dedicado al carguío del material

Se tiene en cuenta el tiempo dedicado a la carga del material desde el inicio hasta el final de la carga del material en el volquete.

### - Tiempo dedicado al traslado del material

El tiempo necesario para que un camión volquete retire o transporte material desde un lugar de carga hasta un lugar de descarga.

### - Tiempo dedicado a descarga de material

Se considera el tiempo de permanencia en pie y descarga de materiales que son remolcados o transportados por un camión volquete.

### - Tiempo dedicado al retorno del volquete vacío

Considerar el tiempo necesario para que el camión volquete regrese desde el punto de descarga hasta el punto de carga.

#### **2.2.6. Equipos de carguío en minería aluvial**

Los equipos utilizados en la minería a la deriva están destinados al levantamiento y almacenamiento de materiales en equipos destinados al transporte o movimiento de materiales, entre otros contamos con los siguientes equipos:

- Cargador frontal
- Excavadora
- Retroexcavadoras

#### **2.2.7. Equipos para acarreo y traslado de material**

Se refiere al transporte de material que contiene mineral y/o estéril desde los lugares de explotación de un yacimiento con destino a diferentes lugares, ya sea la chancadora, cancha de mineral o botaderos de desmonte. 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, por otra parte, la selección de los equipos de carguío y transporte se realiza una vez que se ha definido el proyecto minero por explotar, el tipo de minería por desarrollar, ya sea a tajo abierto o subterráneo. Para ello se debe tener en consideración el plan minero, que consiste en una evaluación técnica y económica completa. La selección de equipos se realiza, entonces, en torno a tres grupos básicos de información: las condiciones del entorno, las características del yacimiento y la geometría de la explotación y sus

requerimientos específicos. El rol primordial en cuanto a los tamaños y tipos de equipos es la determinación de la productividad, selectividad y seguridad (Codelco, 2001).

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

- **Rendimiento de volquete**

Es la cantidad de mineral o desmonte que puede trasladar durante una hora.

- **Acarreo de material**

Se le conoce a la actividad que realiza un equipo, trasladar mineral o desmonte a distancias cortas.

- **Carguío de material**

Se define al proceso de levantar el material roto y depositar en un recipiente de otro equipo.

- **Control de tiempo**

Se define al proceso de tomar los tiempos que se dedican a cada tarea durante una actividad a desarrollar.

- **Volquete FMX**

Es un equipo pesado que tiene como función principal trasladar un material desde un punto inicial a un punto final.

- **Granulometría de material**

Está definido a un promedio respecto al diámetro del mineral o desmonte triturado.

- **Minería subterránea**

Se define a todas las actividades que realizan las organizaciones para la explotación de un yacimiento mineral de manera subterránea.

- **KPIs**

El significado es *Key Performance Indicators* que quiere decir **4** indicadores claves de desempeño, los indicadores son las variables, factores o unidades que pueden ser medidos en un proceso.

- **Productividad**

Se podría definir a la cantidad de mineral que produce en una unidad de tiempo como puede ser día, mes o año.

# <sup>1</sup> CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

Se desarrolló en la contrata DCR Minería y Construcción específicamente en la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C., ubicado en el departamento de Ayacucho, provincias de Parinacochas y Paucar de Sara Sara y entre los distritos de Oyolo, San Javier de Alpabamba San Francisco de Rivacayco, Pacapausa Baja y Coronel Castañeda, a una altitud de 4500 m.s.n.m. En las siguientes coordenadas UTM:

Vértices	Norte	Este
1	8 345 889	688 952
2	8 345 895	688 958
3	8 345 885	688 975
4	8 345 891	688 978

#### 3.1.1 <sup>1</sup> Accesibilidad

El acceso a la Unidad minera es mediante la siguiente ruta.

**Tabla 2**

*Acceso a la Unidad Minera Inmaculada*

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (h)
Puno – Arequipa	300	6
Arequipa – Puquio	723	13
Puquio – Iscahuaca	150	2
Iscahuaca – Sauricay	84	3
Sauricay – Quellopata	47	1.5
Total	1 304	25.5

### 3.2. **PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO**

La investigación se desarrolló entre el segundo y tercer trimestre del año 2023, corresponde en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre.

### 3.3. **PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO**

Los datos fueron tomados de la contrata DCR Minería y Construcción específicamente en la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares, del área de extracción de mineral y desmonte.

### 3.4. **POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO**

#### 3.4.1. **Población**

La población de estudio estuvo conformada por 12 volquetes FMX modelo 8x4 que se dedican a la extracción de mineral de interior mina a la cancha de mineral en superficie. Así mismo Hernandez et al., (2014) manifiestan que es un conjunto de elementos que comparten similares características.

#### 3.4.2. **Muestra**

La muestra de estudio estuvo conformada por 03 volquetes FMX modelo 8x4. Por otra parte, Hernandez *et al.*, (2014) manifiestan que se considera a un sub conjunto de la población de estudio. Por otra parte, el tipo de muestreo fue no probabilístico según a los intereses del investigador y previa autorización de la empresa.

## 3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO

### 3.5.1. Enfoque de investigación

La presente investigación siguió un enfoque cuantitativo ya que los datos que se analizaron fueron numéricos, cantidades de viajes, volumen extraído, tiempo de recorrido y número de volquetes.

### 3.5.2. Tipo de investigación

La investigación presenta un tipo pre - experimental ya que las observaciones se realizaron en un grupo experimental y control, antes y después de la mejora de los KPIs.

GE O1-----X-----O2

Donde:

GE : grupo experimental

O1 : Observación antes

O2 : Observación después

## 3.6. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para lograr los objetivos propuestos se siguió los siguientes pasos:

- Se realizó una revisión y análisis de los reportes de extracción de mineral del segundo trimestre del año 2023.
- Se identificó los problemas que existía en el incumplimiento de la cuota de extracción que deberían de cumplir los volquetes FMX modelo 8x4.
- Se implementa un plan de mejora respecto a los problemas de incumplimiento identificados.

- Se solicita una muestra de estudio a la empresa y aplicar el plan de acción. Se aplica el plan de mejora al grupo experimental muestra de estudio.
- Se realiza un seguimiento en la extracción de mineral en el tercer trimestre del año 2023 y se realiza la prueba de hipótesis con el estadístico t de student y apoyo del software SPSS V25.

### 3.7 VARIABLES

#### 3.7.1. Variables de investigación

VI= Optimización de los KPIs en el proceso de extracción con volquetes.

VD=Mejorar la productividad en el proceso de extracción con volquetes.

#### 3.7.2. Operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores
<p><b>Variable independiente:</b> Optimización de los KPIs en el proceso de extracción con volquetes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de carguío</li> <li>• Tiempo de descarga</li> <li>• Tiempo de ida con carga</li> <li>• Tiempo de vuelta vacío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• min.</li> <li>• min.</li> <li>• min.</li> <li>• min.</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente:</b> Mejora de la productividad en el proceso de extracción con volquetes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toneladas de mineral extraído</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TM/guardia</li> <li>• TM/día</li> <li>• TM/mes</li> </ul>

### 3.8. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos del campo se recogen en una libreta de campo y posteriormente es trasladado al Excel y fueron procesados en un software estadístico SPP V25.

### 3.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para dar validez a los resultados obtenidos en la investigación se recurrió a una prueba de hipótesis donde se aplicó la prueba t de student con el apoyo del software estadístico SPSS V25.

- **Planteamiento de la hipótesis estadística**

**H<sub>0</sub>**: Mediante la optimización de los KPIs se mejora la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

**H<sub>i</sub>**: Mediante la optimización de los KPIs no se mejora la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

- **Nivel de la significancia**

Error = 0,05

Nivel de confianza fue al 95%

- **Criterio de decisión**

Si (p-value) es menor que Alpha entonces se rechaza la H<sub>0</sub>

Si (p-value) es mayor que Alpha entonces se acepta la H<sub>0</sub>

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

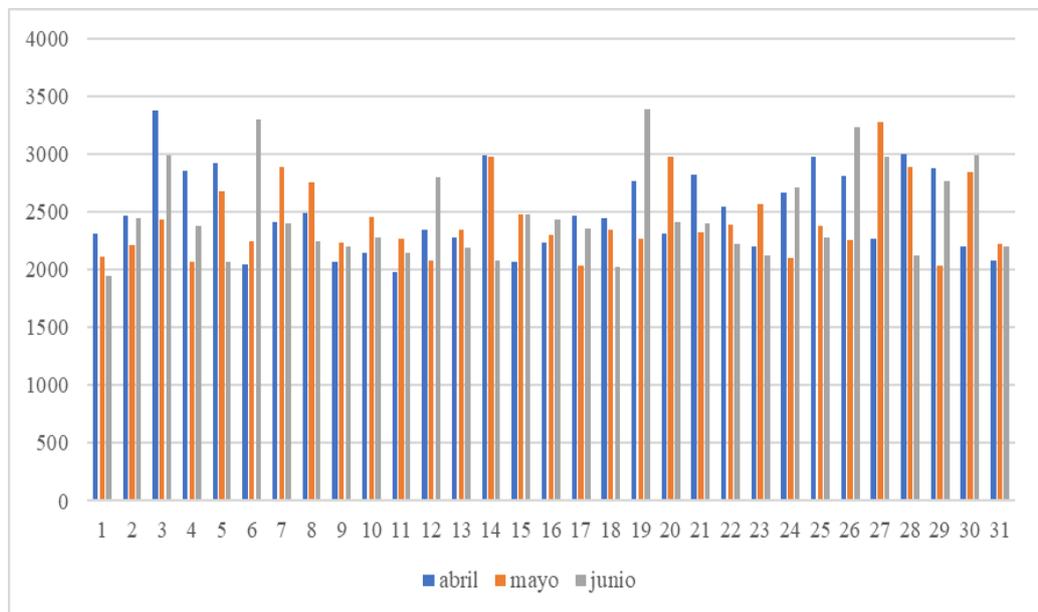
### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1.1. Productividad antes de la optimización del proceso de extracción

Para determinar la productividad antes de la optimización del proceso de extracción con volquete en la contrata <sup>6</sup> DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada -Cía. Minera Ares, se revisó y analizó el reporte de extracción que pasó por balanza, durante el segundo trimestre del año 2023, meses de abril mayo y junio.

**Figura 1**

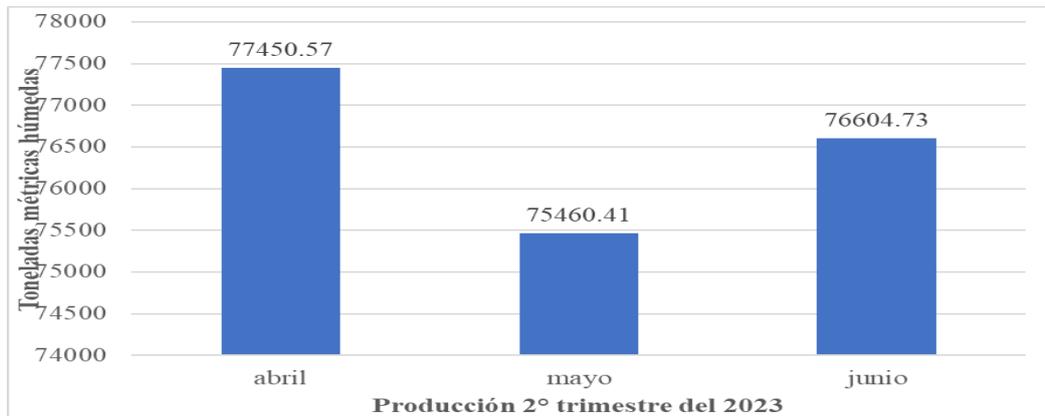
*Producción 2° trimestre 2023*



La figura 1 evidencia la productividad de 12 volquetes de 20m<sup>3</sup> que realizan la extracción de mineral en el segundo trimestre del año 2023, mes de abril, mayo y junio, como se muestra en el anexo 1.

**Figura 2**

*Producción acumulado por mes en el 2° trimestre 2023*



La figura 2 muestra el total de la producción mensual del segundo trimestre del año 2023, siendo la cuota mensual 80 000 TMH, ningún mes pudo cumplir la cuota mensual como se evidencia en el anexo 1.

Se realizó un análisis de la producción de mineral en la muestra de estudio que se seleccionó de los 12 volquetes, siendo un total de 3 volquetes de 20 m<sup>3</sup>, antes de la optimización en el proceso de extracción de mineral.

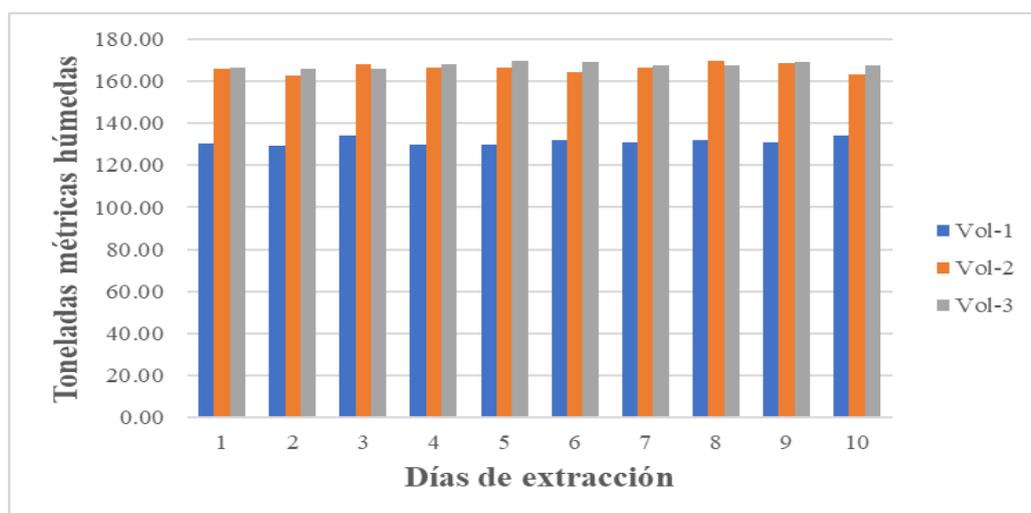
**Tabla 4**

*Comparación de rendimiento del volquete FMX*

<b>Antes de optimizar</b>			
<b>Días</b>	<b>Vol-1 (TMH)</b>	<b>Vol-2 (TMH)</b>	<b>Vol-3 (TMH)</b>
1	130,15	166,13	166,66
2	129,48	162,48	165,77
3	134,02	168,14	165,83
4	129,64	166,43	167,92
5	129,99	166,31	169,98
6	132,25	164,53	169,37
7	131,07	166,44	167,40
8	131,76	169,65	167,69
9	130,94	168,50	169,20
10	134,11	163,44	167,69
<b>Total</b>	<b>1313,41</b>	<b>1662,05</b>	<b>1677,51</b>
<b>Promedio</b>	<b>131,34</b>	<b>166,21</b>	<b>167,75</b>

**Figura 3**

Producción mensual 2° trimestre 2023



La figura 3 muestra la producción de tres volquetes durante 10 días en el cual el volquete 1 es la que tiene menor distancia de extracción respecto al volquete 2 y 3, así como se muestra en el anexo 3.

#### 4.1.2. Productividad después de la optimización del proceso de extracción

Una vez que se analizó el primer trimestre se elaboró un plan de mejora debido a las causas que generan el incumplimiento de la producción.

**Tabla 5**

*Plan de mejora en la extracción*

Problemas	Plan de mejora	Responsable	% de cumplimiento
Vías en mal estado	Mantenimiento de vías	Residencia	100 %
Cola de volquetes	Distribución adecuada de volquetes	Jefe de guardia	100 %
Tolvas mineral sin	Reporte correcto de contraguardia	Jefe de guardia	100 %
Falta de radios en los volquetes	Implementación de radios	Jefe de seguridad	100 %
Desconocimiento de las rutas	Capacitación a los choferes	Jefe de seguridad	100 %

La tabla 5 evidencia la identificación de los problemas que genera incumplimiento de la productividad, así mismo el plan de mejora que se aplicó en el tercer trimestre del año 2023.

El plan de mejora tuvo un efecto positivo en el incremento de la productividad en el proceso de extracción de los volquetes de 20 m<sup>3</sup>, se realizó un análisis en la muestra de estudio tres volquetes durante 10 días de extracción para conocer la productividad de cada volquete.

**Tabla 6**

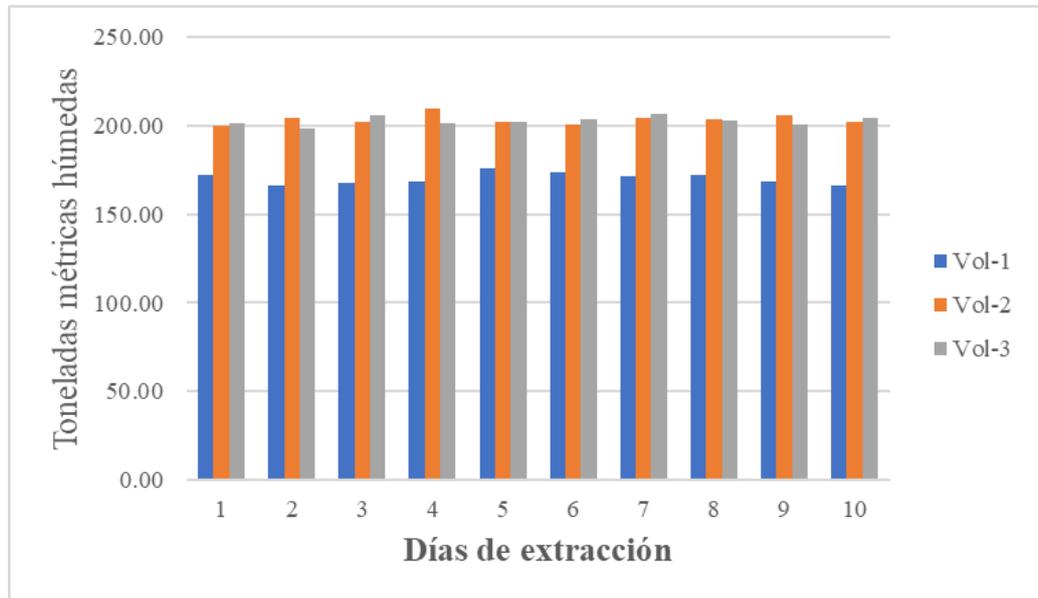
*Producción de la muestra de estudio después de optimizar los KPIs*

<b>Después de optimizar</b>			
<b>Días</b>	<b>Vol-1 (TMH)</b>	<b>Vol-2 (TMH)</b>	<b>Vol-3 (TMH)</b>
1	172,22	199,81	201,44
2	166,20	204,43	198,25
3	167,84	202,01	205,52
4	168,40	209,65	201,02
5	176,24	201,85	202,38
6	173,34	200,89	203,58
7	171,63	204,12	206,23
8	172,46	203,73	202,61
9	168,13	205,61	200,31
10	166,18	201,92	204,01
<b>Total</b>	<b>1702,64</b>	<b>2034,02</b>	<b>2025,35</b>
<b>Promedio</b>	<b>170,26</b>	<b>203,40</b>	<b>202,54</b>

En la tabla 6 se visualiza la producción en el proceso de extracción en la muestra de estudio, tres volquetes dónde se realizó un seguimiento de 10 días, evidenciando un promedio de 170,26 TMH en el volquete 1 203,40 TMH en el volquete 2 y 202,54 TMH en el volquete 3.

**Figura 4**

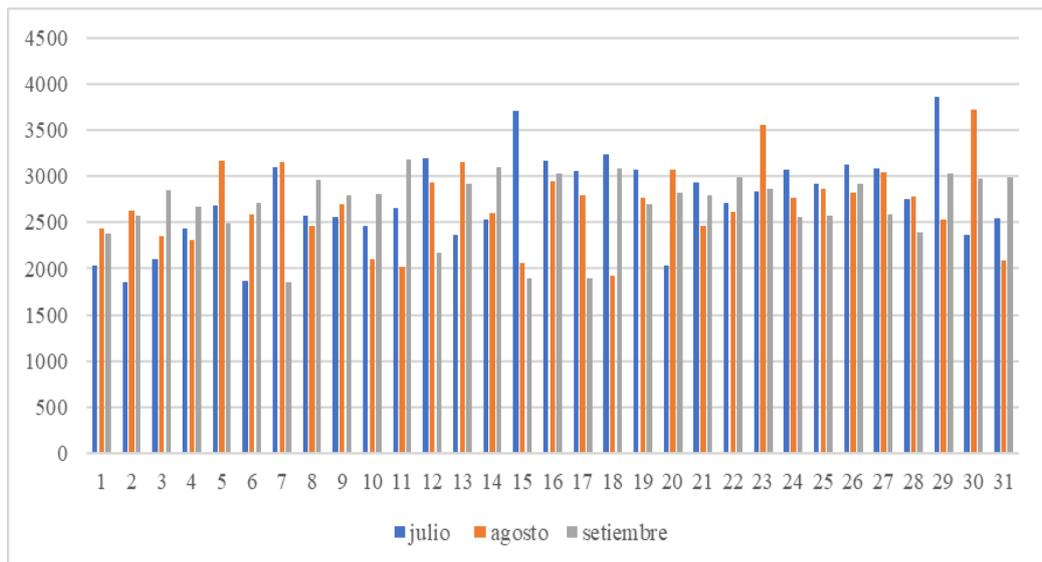
*Extracción después de la optimización de los KPIs*



La figura 4 evidencia la producción de los tres volquetes que se dedican al proceso de extracción de mineral, el cual se hizo seguimiento en 10 días como se muestra en el anexo 6.

**Figura 5**

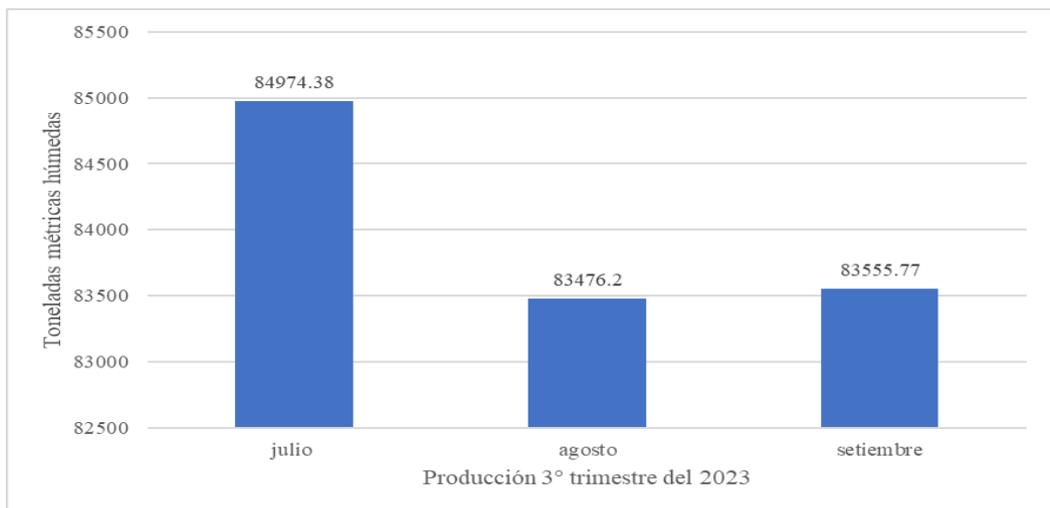
*Producción 3° trimestre después de optimizar los KPIs*



La figura 5 evidencia la producción de los meses julio, agosto y setiembre, en el proceso de extracción de mineral participaron los 12 volquetes de diferentes niveles que se dedicaron a la extracción de mineral, como se muestra en el anexo 4.

### **Figura 6**

*Producción acumulado por mes en el 3° trimestre 2023*



La figura 6 muestra la producción que se acumuló por mes, donde participaron los 12 volquetes, cumpliendo la cuota mensual que fue los 80 000 TMH, esto quiere decir que al optimizar los KPIs es posible incrementar la producción en el proceso de la extracción de mineral, como se evidencia en el anexo 4.

#### **4.1.3. Optimización de los KPIs para mejorar la productividad en el proceso de extracción**

Para lograr este se tuvo que cumplir al 100% el plan de mejora que se implementó en el tercer trimestre del año 2023, teniendo como resultado un incremento en la productividad del proceso de extracción de mineral, evidenciando en la muestra de estudio y en la población de estudio donde se

realizó un seguimiento de la producción en los meses de julio, agosto y setiembre.

**Tabla 7**

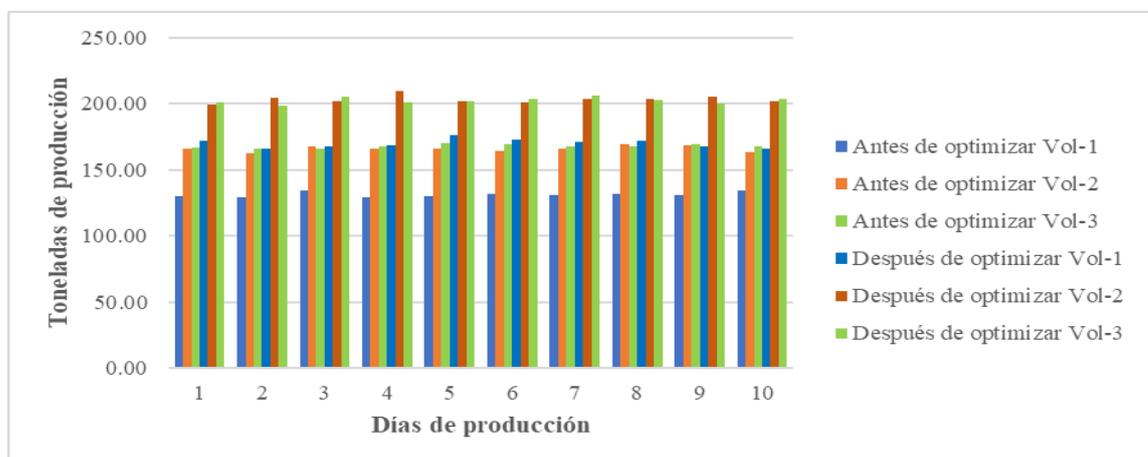
*Producción de la muestra de estudio*

Días	Antes de optimizar los KPIs			Después de optimizar KPIs		
	Vol-1	Vol-2	Vol-3	Vol-1	Vol-2	Vol-3
1	130,15	166,13	166,66	172,22	199,81	201,44
2	129,48	162,48	165,77	166,20	204,43	198,25
3	134,02	168,14	165,83	167,84	202,01	205,52
4	129,64	166,43	167,92	168,40	209,65	201,02
5	129,99	166,31	169,98	176,24	201,85	202,38
6	132,25	164,53	169,37	173,34	200,89	203,58
7	131,07	166,44	167,40	171,63	204,12	206,23
8	131,76	169,65	167,69	172,46	203,73	202,61
9	130,94	168,50	169,20	168,13	205,61	200,31
10	134,11	163,44	167,69	166,18	201,92	204,01
<b>Total</b>	<b>1313,41</b>	<b>1662,05</b>	<b>1677,51</b>	<b>1702,64</b>	<b>2034,02</b>	<b>2025,35</b>
<b>Promedio</b>	<b>131,34</b>	<b>166,21</b>	<b>167,75</b>	<b>170,26</b>	<b>203,40</b>	<b>202,54</b>

La tabla 7 muestra la producción de la muestra de estudio 03 volquetes de 20 m<sup>3</sup> de capacidad antes y después de la optimización, en el cual se evidencia un incremento de la producción después de haber optimizado los KPIs en el proceso de extracción de mineral con volquete.

**Figura 7**

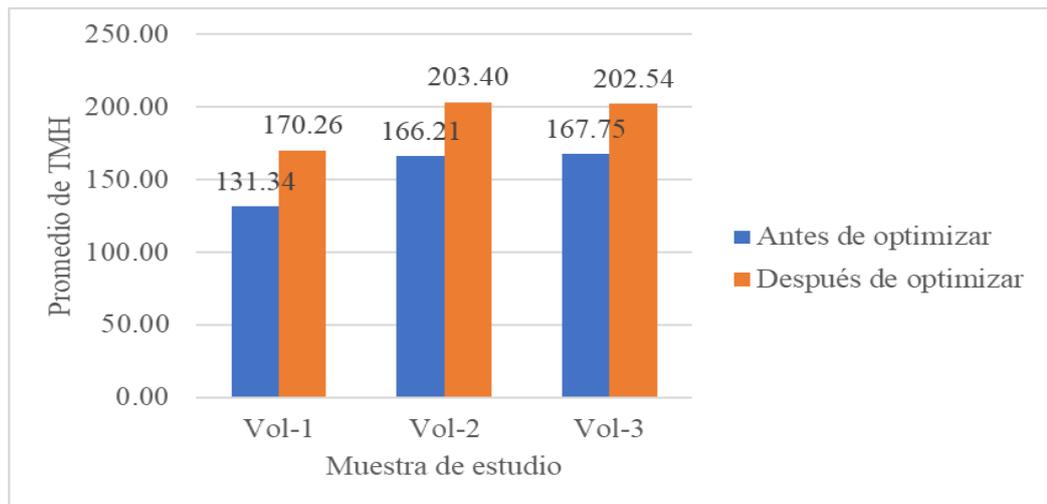
*Producción de la muestra de estudio*



La figura 7 muestra la comparación de antes y después de la optimización datos de la tabla 7, el incremento de la producción después de haber aplicado el plan de mejora optimizando los KPIs en el proceso de extracción.

**Figura 8**

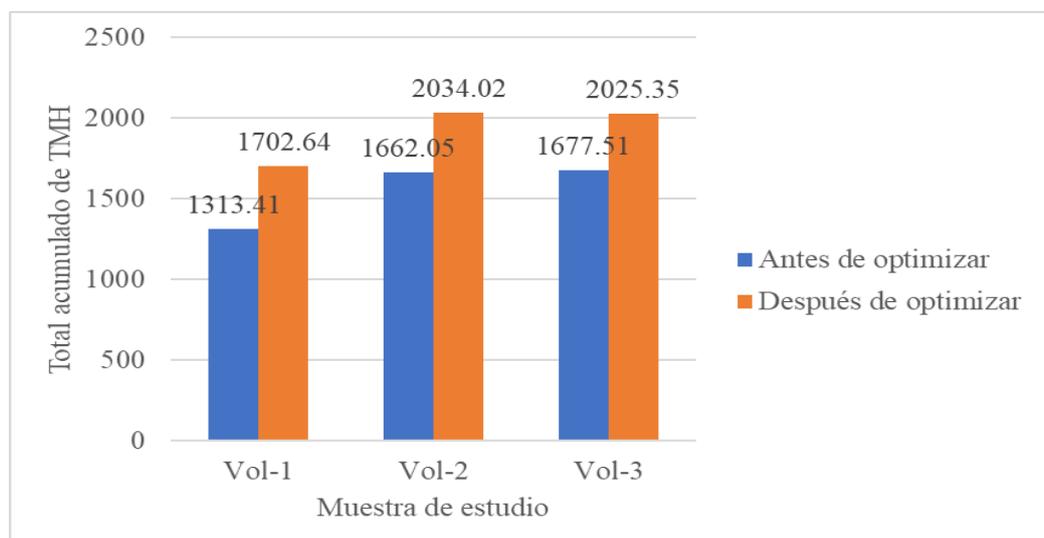
Comparación de la producción promedio



La figura 8 evidencia la diferencia de la producción promedio entre el antes y después de la optimización de los KPIs como se muestra la tabla 7.

**Figura 9.**

Comparación del total de la producción grupo muestral



La figura 9 muestra la comparación del total de producción de 10 días de extracción entre el antes y después de optimizar los KPIs como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 8**

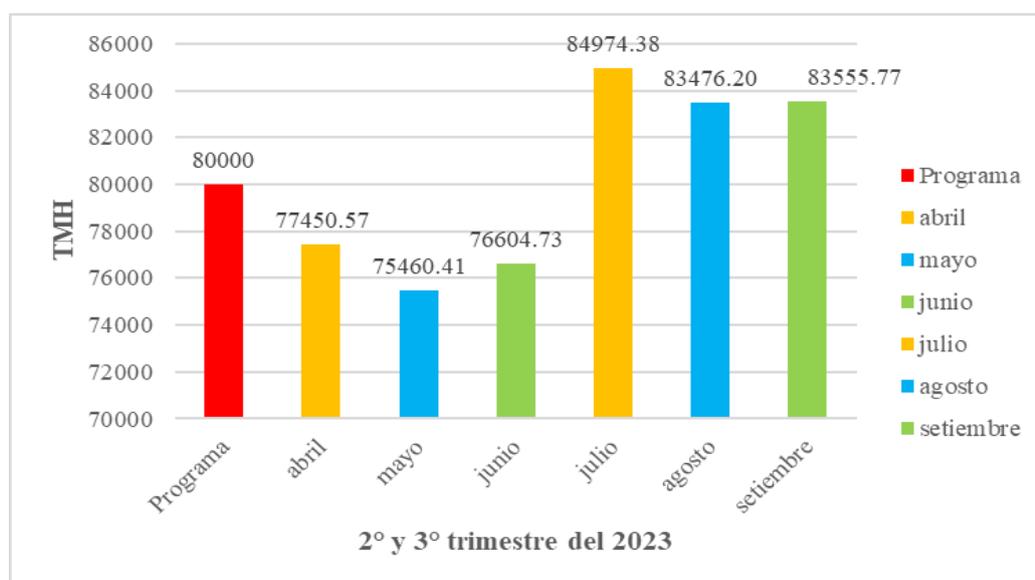
*Comparación de la producción de mineral*

<b>Análisis</b>	<b>Programa</b>	<b>TMH 80000</b>
Antes de optimizar los KPIs	abril	77450,57
	mayo	75460,41
	junio	76604,73
	julio	84974,38
Después de optimizar los KPIs	agosto	83476,20
	setiembre	83555,77

La tabla 8 muestra la comparación entre el segundo y tercer trimestre del año 2023, evidenciando que el 2° trimestre no cumplió con la cuota de 80 000 TMH, sin embargo, el tercer trimestre si se cumplió incluso la producción de mineral fue mayor que la cuota mensual.

**Figura 10**

*Incremento de la productividad de mineral*



La figura 10 muestra la comparación de la producción del segundo y tercer trimestre respecto al programa mensual de producción de mineral, evidenciando que en los meses de abril, mayo y junio no se cumplió con el programa de 80 000 TMH sin embargo, en los meses de julio, agosto y setiembre se cumplió con el programa mensual de producción, inclusive la producción fue superior al programa mensual, lo cual se evidencia en la tabla 8.

#### 4.1.4. Prueba de hipótesis

La validación de los resultados fue mediante la aplicación del estadístico t de student con el procesamiento del software estadístico SPSS versión 25.

- ***Planteamiento de la hipótesis estadística***

**H<sub>0</sub>:** Mediante la optimización de los KPIs se mejora la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

**H<sub>i</sub>:** Mediante la optimización de los KPIs no se mejora la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

- ***Nivel de la significancia***

Error = 0,05

Nivel de confianza fue al 95%

- ***Criterio de decisión***

Si (p-value) es menor que Alpha entonces se rechaza la H<sub>0</sub>

Si (p-value) es mayor que Alpha entonces se acepta la  $H_0$

**Tabla 9**

*Estadística descriptiva de la producción*

Muestra	Grupos	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Vol_1	Antes	10	131,3410	1,68921	0,53418
	Después	10	170,2640	3,37948	1,06869
Vol_2	Antes	10	166,2050	2,24421	0,70968
	Después	10	170,2640	3,37948	1,06869
Vol_3	Antes	10	167,7510	1,43965	0,45526
	Después	10	203,4020	2,81559	0,89037

La tabla 9 muestra la parte descriptiva de la producción de la muestra de estudio respecto a la producción de mineral en 10 días.

**Tabla 10**

*Prueba t de student para la muestra de estudio*

Muestra	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
Vol_1	0,000	-38,92300	1,19475	-41,49949	-36,34651
Vol_2	0,006	-4,05900	1,28286	-6,78356	-1,33444
Vol_3	0,000	-35,65100	1,00001	-37,80477	-33,49723

La tabla 10 muestra los resultados de la prueba de la hipótesis donde en p-value en los tres volquetes es igual a 0,000, 0,006, 0,000 siendo en los tres casos menor que el valor de Alpha 0,05. Estos resultados dan a entender de que se rechace la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  Mediante la optimización de los KPIs no se mejora la productividad en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada - Cía Minera Ares S.A.C.

## 4.2. DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la producción de mineral en el proceso de extracción presenta un incumplimiento en el 2° trimestre del año 2023, teniendo los siguientes datos mes de abril con 77450,57 TMH, mayo con 75460,41 TMH y junio igual a 76604,73 TMH de un programa mensual de 80 000 TMH.

Los resultados evidencian que después de optimizar los KPIs del proceso de extracción con volquetes, la producción de mineral fue mayor que el programa mensual de 80 000 MTH, llegando a los siguientes resultados en el mes de julio igual a 84974,38 TMH, en agosto igual a 83476,2 TMH y en el mes de setiembre igual a 83555,77 TMH.

A nivel general se puede evidenciar un incremento en la producción del proceso de extracción de mineral al realizar un seguimiento de 10 días donde se realizó una comparación en el promedio de la producción entre el antes y después de la optimización de los KPIs de la extracción de mineral, incrementando de 131,34 a 170,26 TMH en el volquete 1, así mismo de 166,21 a 203,40 TMH en el volquete 2 y finalmente de 167,75 a 202,54 THM. Muy similar a Carita (2010) donde manifiesta un incremento en el performance de volquetes volvo FM 12 llegando hasta 50 m<sup>3</sup>/h, después de un análisis empírico de disponibilidad en tres meses.

## V. CONCLUSIONES

- Se determinó la productividad antes de la optimización del proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía minera Ares S.A.C. evidenciando que en el 2° trimestre la producción llegó a un 96.8 % en el mes de abril, 94.3 % en mayo y 95.8 % en junio incumpliendo el programa mensual.
- Se determinó la productividad después de la optimización del proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía minera Ares S.A.C. donde en el 3° trimestre se tiene una producción por encima del programa mensual siendo lo siguiente en el mes de julio igual a 106.2 %, de forma similar en agosto igual a 104.3 % y en setiembre igual a 104.4 % de producción de mi mineral.
- A nivel general se logró optimizar los KPIs y se mejoró la productividad en un 10.6 % realizando la comparación entre el 2° y 3° trimestre del año 2023 en el proceso de extracción con volquetes en la contrata DCR Minería y Construcción de la Unidad Minera Inmaculada – Cía. Minera Ares S.A.C. gracias a la implementación del plan de mejora en mantenimiento de vías, estandarización de mangas de ventilación, implementación de radios y capacitación a los operadores de volquetes.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere realizar un análisis de un estudio de tiempo donde se considere el estado de la vía en interior y superficie.
- Se sugiere realizar la comparación de la extracción entre mineral y desmonte y su rendimiento de los volquetes.
- Se sugiere realizar un análisis respecto al rendimiento de los choferes nuevos y choferes con experiencia en la Unidad Minera.

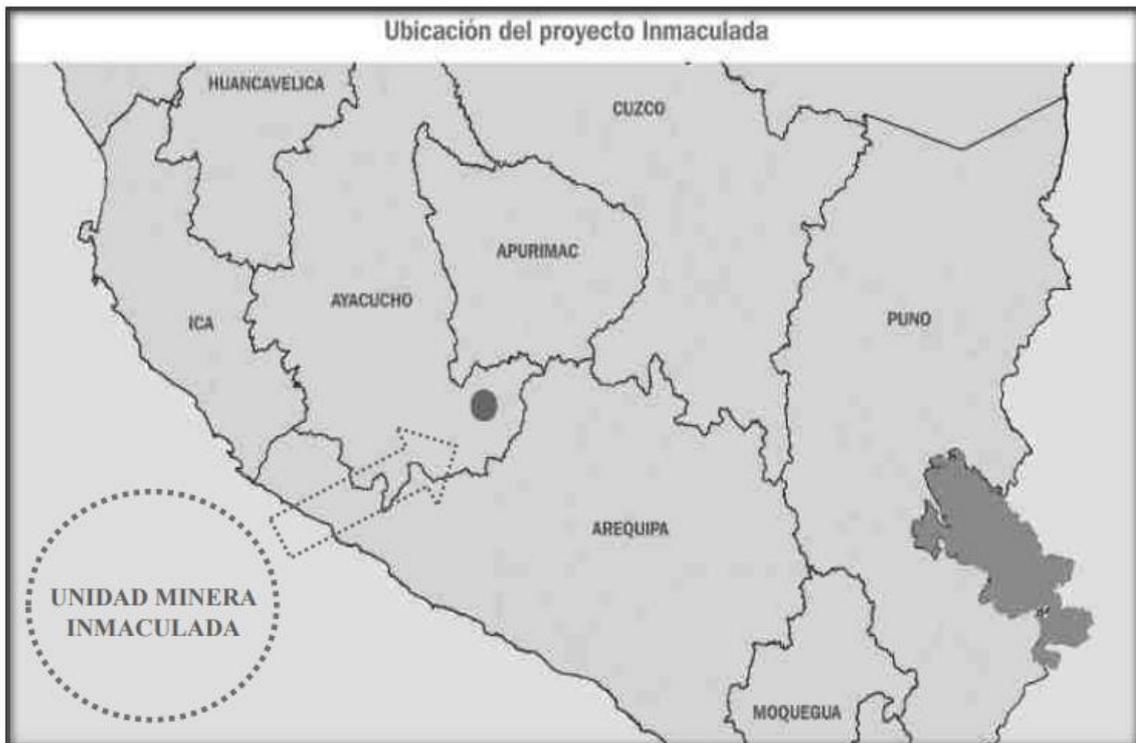
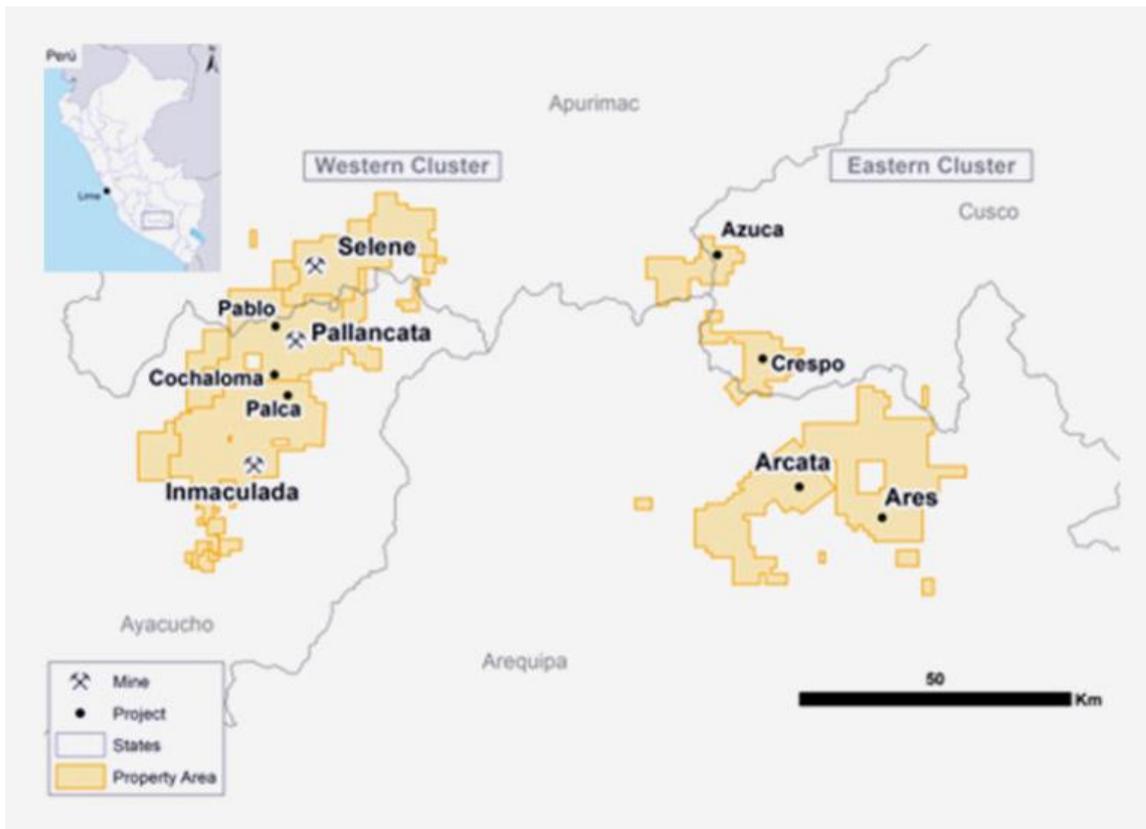
## <sup>1</sup> VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayay, R. (2018). *Análisis de rendimiento en equipos de carguío y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca, 2021* [Universidad Privada del Norte]. <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/abr/perdomo.pdf>
- Bazauri, E. S., & Tauma, L. A. (2019). *Comparación del rendimiento en campo y las especificaciones del fabricante de la maquinaria pesada en una Mina de Cajamarca, 2019* [Universidad Privada del Norte]. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21535/Bazauri Briones Edinson Salvador - Tauma Bobadilla Luis lexander.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21535/Bazauri_Briones_Edinson_Salvador_-_Tauma_Bobadilla_Luis_lexander.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- Blas, J. M. (2007a). *Determinación del número óptimo de volquetes de 25m<sup>3</sup> para excavadoras 390FL del Tajo Diana - Mina Summa Gold* (Vol. 4, Issue None) [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16876>
- Carita, W. L. (2010). *Análisis de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte en la empresa contratista smcgsa, mina colquijirca de smbsa* (Issue 3) [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/567>
- CODELCO - Corporación Nacional de Cobre de Chile (2001), Chile, <https://www.codelcoeduca.cl/index2.html>.
- León, E. F. (2021). *Propuesta de implementación del proyecto: transición de “Dumper a volquete” en una mina subterránea con análisis de costo y simulación de riesgo* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/22578>

- Peña, D. A. (2019a). *Análisis para la selección y remplazo de volquetes de 25m<sup>3</sup> de capacidad para la optimización del acarreo y transporte en la operación minera - Mina Los Andes Perú Gold - Huamachuco* [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12149>
- Rondan, 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 [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. In *Universidad San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3924>
- Vásquez, E. N., & Velez, J. A. (2019). *Evaluación de selección y reemplazo con volquetes de 25m<sup>3</sup> de capacidad para la optimización de costos en el proceso de carguío y acarreo de una empresa minera en Cajamarca -2019* [Universidad Privada del Norte]. <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/abr/perdomo.pdf>
- Vilcapoma, H. (2019). *Evaluación de rendimiento de volquetes marca IVECO versus marca VOLVO para la renovación de equipos de acarreo de mineral* [Universidad Cotinental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/6085>

## **ANEXOS**

## Anexo 1 Ubicación de la Unidad Minera Inmaculada



**Anexo 2** Reporte de productividad antes de la optimización 2° trimestre del 2023

<b>Día</b>	<b>abril</b>	<b>mayo</b>	<b>junio</b>	<b>Total</b>
1	2315.4	2114.11	1951.22	6380.73
2	2471.32	2214.27	2445.35	7130.94
3	3382.28	2432.93	2990.94	8806.15
4	2856.4	2073.66	2374.92	7304.98
5	2921.1	2678.59	2073.58	7673.27
6	2042.14	2243.25	3296.36	7581.75
7	2414.2	2885.19	2399.33	7698.72
8	2488.52	2752.33	2248.58	7489.43
9	2065.17	2233.76	2196.11	6495.04
10	2148.97	2456.68	2283.82	6889.47
11	1980.38	2271.22	2149.89	6401.49
12	2344.24	2081.19	2805.94	7231.37
13	2282.37	2348.65	2192.25	6823.27
14	2984.45	2980.77	2084.1	8049.32
15	2069.32	2479.26	2478.28	7026.86
16	2238.17	2306.17	2435.66	6980
17	2468.29	2034.21	2352.95	6855.45
18	2450.13	2346.88	2023.55	6820.56
19	2768.76	2263.82	3388.21	8420.79
20	2307.98	2974.52	2408.83	7691.33
21	2822.75	2319.12	2397.61	7539.48
22	2547.69	2388.91	2224.49	7161.09
23	2204.49	2564.96	2120.77	6890.22
24	2667.58	2100.1	2708.91	7476.59
25	2975.65	2376.84	2282.94	7635.43
26	2807.55	2259.72	3228.39	8295.66
27	2263.34	3282.98	2978.57	8524.89
28	2999.88	2886.5	2122.62	8009
29	2882.3	2034.37	2767.27	7683.94
30	2203.76	2846.61	2993.16	8043.53
31	2075.99	2228.84	2200.13	6504.96
<b>Total</b>	<b>77450.57</b>	<b>75460.41</b>	<b>76604.73</b>	229515.71
<b>Programa mes</b>	<b>80000</b>	<b>80000</b>	<b>80000</b>	<b>240000</b>

**Anexo 3** Producción de la muestra de estudio 2° trimestre del 2023

<b>Antes de optimizar los KPIs</b>			
<b>Días</b>	<b>Volquete – 1 (TMH)</b>	<b>Volquete – 2 (TMH)</b>	<b>Volquete – 3 (TMH)</b>
1	34.05	32.21	34.78
	33.27	32.59	35.42
	30.33	32.07	32.54
	32.5	33.64	32.03
		35.62	31.89
2	33.42	35.31	31.52
	32.21	31.25	33.21
	32.54	32.19	34.39
	31.31	32.41	31.23
		31.32	35.42
3	34.72	33.28	35.21
	32.47	31.42	32.16
	32.55	34.58	33.89
	34.28	34.87	32.11
		33.99	32.46
4	32.21	33.77	34.87
	34.32	34.62	31.2
	31.53	34.17	33.66
	31.58	32.25	35.58
		31.62	32.61
5	33.88	33.31	35.12
	32.73	31.67	32.78
	31.13	31.55	34.18
	32.25	33.83	35.21
		35.95	32.69
6	33.72	34.33	35.81
	31.83	31.65	32.24
	32.92	31.73	32.58
	33.78	33.54	33.43
		33.28	35.31
7	32.45	33.31	35.22
	31.87	32.66	34.51
	32.53	34.33	31.25
	34.22	34.25	33.55
		31.89	32.87
8	34.24	33.55	32
	33.22	32.73	31.16
	32.35	35.86	34.53
	31.95	33.93	34.83
		33.58	35.17
9	33.55	34.32	31.34

	31.87	35.66	35.62
	33.64	31.98	34.89
	31.88	33.69	34.62
		32.85	32.73
10	34.77	32.48	35.21
	34.38	32.28	32.32
	31.44	33.33	31.74
	33.52	31.72	34.35
		33.63	34.07

#### Anexo 4 Producción de la muestra de estudio antes de optimizar los KPIs

<b>Antes de optimizar</b>			
<b>Días</b>	<b>Vol-1 (TMH)</b>	<b>Vol-2 (TMH)</b>	<b>Vol-3 (TMH)</b>
1	130.15	166.13	166.66
2	129.48	162.48	165.77
3	134.02	168.14	165.83
4	129.64	166.43	167.92
5	129.99	166.31	169.98
6	132.25	164.53	169.37
7	131.07	166.44	167.40
8	131.76	169.65	167.69
9	130.94	168.50	169.20
10	134.11	163.44	167.69
<b>Total</b>	<b>1313.41</b>	<b>1662.05</b>	<b>1677.51</b>
<b>Promedio</b>	<b>131.34</b>	<b>166.21</b>	<b>167.75</b>

**Anexo 5** Reporte de productividad después de la optimización 3° trimestre del 2023

<b>Día</b>	<b>julio</b>	<b>agosto</b>	<b>setiembre</b>	<b>Total</b>
1	2036.69	2434.54	2373.43	6844.66
2	1860.47	2635.59	2580.55	7076.61
3	2103.92	2356.22	2845.41	7305.55
4	2441.53	2316.89	2670.86	7429.28
5	2689.78	3164.55	2486.77	8341.1
6	1867.96	2590.51	2717.22	7175.69
7	3101.43	3152.94	1853.84	8108.21
8	2578.4	2469.33	2967.59	8015.32
9	2566.71	2698.25	2795.36	8060.32
10	2468.35	2104.38	2813.52	7386.25
11	2661.11	2024.55	3179.93	7865.59
12	3203.96	2931.29	2170.84	8306.09
13	2367.05	3154.71	2915.95	8437.71
14	2525.52	2607.66	3104.93	8238.11
15	3715.73	2065.93	1891.94	7673.6
16	3162.49	2943.61	3024.72	9130.82
17	3060.33	2800.76	1896.22	7757.31
18	3234.57	1919.63	3082.58	8236.78
19	3065.96	2762.38	2695.69	8524.03
20	2037.67	3075.26	2817.71	7930.64
21	2929.52	2462.22	2793.32	8185.06
22	2715.94	2610.59	2995.38	8321.91
23	2837.13	3555.52	2862.44	9255.09
24	3076.45	2768.97	2556.51	8401.93
25	2921.66	2866.94	2568.55	8357.15
26	3122.51	2823.32	2920.28	8866.11
27	3085.75	3049.82	2589.62	8725.19
28	2760.28	2781.44	2390.91	7932.63
29	3865.52	2536.93	3027.2	9429.65
30	2362.32	3725.53	2979.95	9067.8
31	2547.67	2085.94	2986.55	7620.16
<b>TOTAL</b>	<b>84974.38</b>	<b>83476.2</b>	<b>83555.77</b>	<b>252006.35</b>
<b>Programa mes</b>	<b>80000</b>	<b>80000</b>	<b>80000</b>	<b>240000</b>

**Anexo 6** Producción de la muestra de estudio 3° trimestre del 2023

<b>Después de optimizar</b>			
<b>Días</b>	<b>Vol-1</b>	<b>Vol-2</b>	<b>Vol-3</b>
1	39.08	30.17	37.00
	34.26	32.49	32.94
	32.87	31.79	32.73
	32.67	34.04	31.76
	33.34	36.20	32.71
		35.12	34.30
2	32.22	32.76	35.71
	32.15	33.99	33.48
	31.52	31.86	31.42
	36.69	32.57	31.65
	33.62	36.61	32.52
		36.64	33.47
3	31.61	33.25	35.69
	32.67	31.38	33.63
	34.63	35.47	35.13
	34.67	35.58	35.11
	34.26	34.36	33.06
		31.97	32.9
4	34.75	33.55	32.46
	31.84	35.61	31.98
	32.75	36.12	35.06
	32.95	36.09	34.33
	36.11	35.05	32.55
		33.23	34.64
5	33.66	31.97	35.12
	36.86	35.12	35.05
	33.53	34.54	33.23
	36.08	31.95	33.21
	36.11	34.08	31.54
		34.19	34.23
6	36.03	36.32	32.87
	36.04	35.27	35.33
	34.23	31.99	34.53
	35.06	33.67	32.74
	31.98	31.96	35.23
		31.68	32.88
7	32.68	34.54	35.58
	35.11	34.36	32.97
	34.59	31.75	34.29
	34.07	34.15	36.54
	35.18	33.05	35.11
		36.27	31.74

8	35.12	31.83	33.54
	34.23	36.12	34.61
	31.98	31.91	33.23
	35.02	34.87	33.06
	36.11	36.23	33.12
		32.77	35.05
9	31.75	35.22	34.06
	34.26	31.66	31.58
	32.75	36.13	32.96
	35.12	32.5	34.44
	34.25	35.04	33.68
		35.06	33.59
10	31.98	31.65	36.07
	34.65	35.06	34.11
	33.54	33.56	31.98
	32.67	31.95	32.65
	33.34	33.58	35.05
		36.12	34.15

#### Anexo 7 Producción de la muestra de estudio después de optimizar los KPIs

Después de optimizar			
Días	Vol-1 (TMH)	Vol-2 (TMH)	Vol-3 (TMH)
1	172.22	199.81	201.44
2	166.20	204.43	198.25
3	167.84	202.01	205.52
4	168.40	209.65	201.02
5	176.24	201.85	202.38
6	173.34	200.89	203.58
7	171.63	204.12	206.23
8	172.46	203.73	202.61
9	168.13	205.61	200.31
10	166.18	201.92	204.01
<b>Total</b>	<b>1702.64</b>	<b>2034.02</b>	<b>2025.35</b>
<b>Promedio</b>	<b>170.26</b>	<b>203.40</b>	<b>202.54</b>

**Anexo 8 Vías en mal estado**



**Anexo 9 Mangas obstaculizando en pase del volquete**



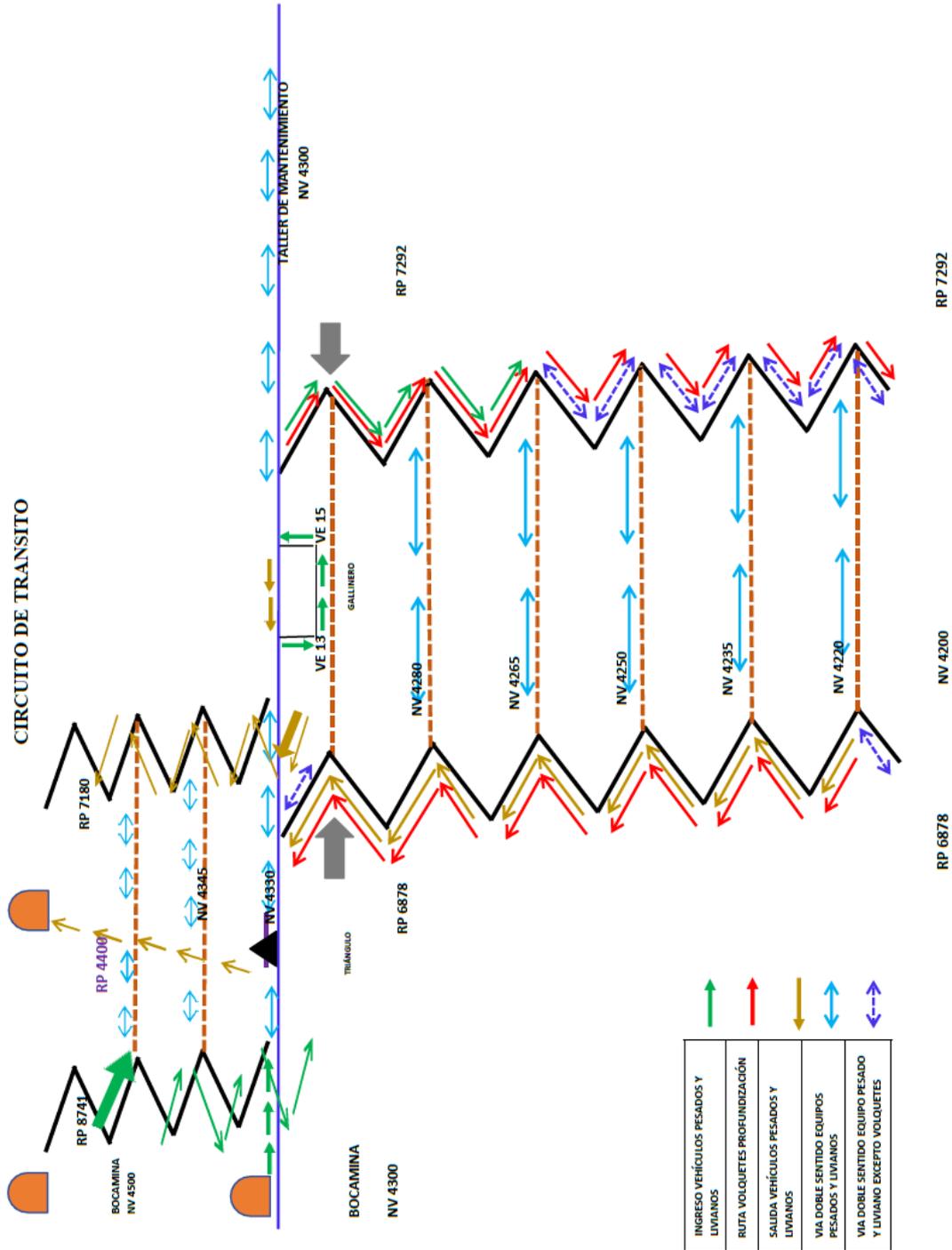
**Anexo 10 Rendimiento del volquete por viaje – diagnóstico**



**Anexo 11 Supervisión del proceso de extracción**



## Anexo 12 Circuito de tránsito de los volquetes





## Anexo 14 Informe de mantenimiento de vías



### **INFORME INM-DCR-023-2023 MANTENIMIENTO DE VÍAS**

**A** : **RODOLFO DUEÑAS GALDOS**  
Jefe de Infraestructura  
**MIGUEL ANGEL HUAMANI HUAMANI**  
Ingeniero Senior de Infraestructura

**DE** : **John Pool Paucar Alfaro – Supervisor de Seguridad-DCR**

**ASUNTO** : **CONDICIÓN DE VIAS PRINCIPALES – ESTADO DE CUNETAS**

**FECHA** : **08 de agosto del 2023.**

---

Por medio del presente me es grato dirigirme a Ud. Para saludarlo y presentarle el Informe de actualización de Condición de las principales Vías en Interior Mina, con el objetivo de mejorar las condiciones de las vías y cumplir el programa de mantenimiento de las mismas para evitar posibles incidentes, bajas excesivas en los neumáticos, rotura de los muelles y retrasos en la operación.

En el presente informe se adjunta las evidencias fotográficas, gráficos y reporte de actos/condiciones más resaltantes en sustento del informe.

Sin otro particular y esperando que el presente informe sea de utilidad para considerar y mejorar el estándar con respecto a la condición de vías establecido en Unidad Operativa Inmaculada, y con el compromiso de apoyo del volquetes DCR, quedo de usted.

### 1.- INCIDENCIA DE CANTIDAD DE REPORTES (PARETO).

De acuerdo al total de reportes de actos/condiciones cargadas a SAFETY HOC durante el mes de julio, el 33% de reportes corresponden a FALTA/FALLA DE MANTENIMIENTO DE VIAS siendo esta la principal incidencia de condiciones en interior mina, por lo que se entiende que es uno de los factores críticos para el tránsito de unidades DCR.

De la misma forma se evidencia que se levantaron en campo el 100% de las observaciones ingresadas en el Safety Hoc.



**GRAFICA N° 001: DIAGRAMA DE PARETO:** *Determina y representa un total de 06 desvíos por FALTA/FALLA DE MANTENIMIENTO DE VIAS.*

De la misma forma, durante el mes de Julio se recepcionó reportes de condiciones sub estándar por parte de los operadores DCR, los cuales quedan registrados y se evidencian a continuación con la finalidad de poder realizar mejoras en cuanto al mantenimiento de vías.



### 3. EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS

#### 3.1 Nivel 4300 Bocamina 4300

En dicho punto, se tuvo un evento, donde una unidad DCR se cuneteo sin recibir daños personales ni materiales, no obstante, se evidencia que se presenta un desnivel hacia la cuneta, ello sumado a que dicha cuneta no cuenta con protección genera una condición insegura para vehículos y equipos que transitan por la zona, exponiéndolos a eventos similares al ocurrido previamente,



Imagen 01 y 02: Ingreso Bocamina 4300, se evidencia huellas de neumáticos que transitan cerca de las cunetas sin protección.

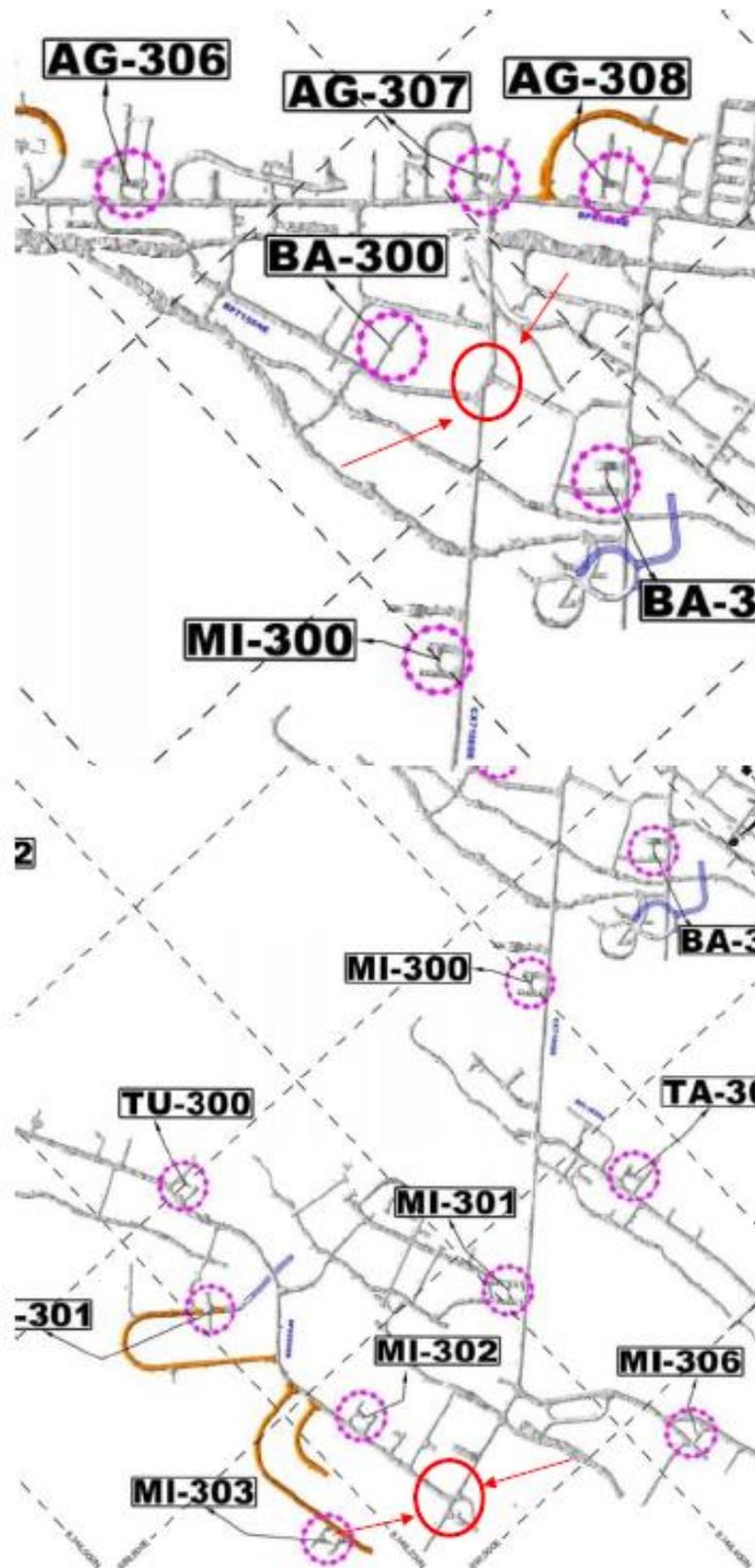
#### 3.2 Nivel 4300 Ventana 15 (saliendo gallinero con dirección a Rampa 7292), RC 23, carguío 1 y carguío 2

A lo largo de la ventana 15, desde el carguío 8 (almacén mina) pasando por toda la ventana 15 y llegando a RC 23 se tienen cunetas fuera de estándar, con anchos superiores a los 0.8 metros llegando hasta 1.20 metros, situación que expone a equipos que transitan por la zona a cuneteos.

El riesgo aumenta en las curvas, como las que se encuentran en el RC 23 (Taller SEPROCAL) y saliendo del gallinero, en esos puntos, al dar giro, se acorta el ancho de la vía por las maniobras de los volquetes.



**Imagen 03,04,05 y 06:** Evidencias de cunetas fuera de estándar junto con las medidas tomadas IN SITU donde se evidencia un ancho mayor a los 80 centímetros



### 3.3 Rampa 7200 Nivel 4180 a 4150

En la rampa 7200, pasando el ingreso al carguío AN-180 se tiene una cuneta con un flujo de agua excesivo, lo que provoca que toda el agua transcurra por la vía generando acumulación de agua, de la misma forma en el Nivel 4165, se tiene la vía inclinada hacia el hastial, condición que obliga a los equipos que transitan por la zona a realizar maniobras inadecuadas para evitar daños a sus equipos.



Imagen 07 y 08: Se evidencia con imágenes la fuga de agua de la cuneta por el exceso de caudal que llega a dicho punto.



Imagen 09 y 10: Se evidencia acumulación de agua en la vía y agua escurriendo por la vía, generando desgaste y condiciones para equipo que transitan por la zona.



Imagen 11: En el nivel 4165 se tiene la vía inclinada hacia el hastial



#### **CONCLUSIONES:**

- Los puntos observados en el presente informe son los más críticos que requieren su atención prioritaria
- El problema más recurrente en el tema de vías en el último mes, es la falta de estandarización de cunetas, las cuales tienen un ancho por encima de lo establecido por el área de planeamiento acortando de esta forma el ancho de la vía.
- Se realizó recorrido de las principales vías por donde se tiene tránsito de unidades.

#### **RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda realizar mantenimiento de vías (raspado) utilizando el scoop a las labores recientes en profundización.
- Programar mantenimiento para la rampa 6878 y 7292 del nivel 4265 al 4300 debido al desgaste que se comienza a evidenciar en dicho tramo.
- Programar una campaña de limpieza de cunetas, ya que se evidencia que el estado de estas últimas son la principal razón del desgaste de las vías principales.

## 2 Anexo 15 Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo DENYS YANQUE RUELAS  
identificado con DNI 72399527 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
"OPTIMIZACIÓN DE LOS KPIS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL  
PROCESO DE EXTRACCIÓN CON VOLQUETES EN LA CONTRATA DCR MINERIA Y CONSTRUCCIÓN  
DE LA UNIDAD MINERA INMACULADA - CIA MINERA ARES S.A.C."

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de JUNIO del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella

## Anexo 16 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo DENYS YANQUE RUELAS  
identificado con DNI 72399527 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" OPTIMIZACIÓN DE LOS KPIS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL  
PROCESO DE EXTRACCIÓN CON VOLQUETES EN LA CONTRATA DCR MINERIA Y CONSTRUCCIÓN  
DE LA UNIDAD MINERA INMACULADA - CIA MINERA ARES S.A.C. "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de Junio del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella

## ● 18% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Internet	16%
2	<b>tesis.unap.edu.pe</b> Internet	<1%
3	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%
4	<b>Universidad TecMilenio on 2024-01-21</b> Submitted works	<1%
5	<b>mexico.as.com</b> Internet	<1%
6	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Internet	<1%