

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis del comportamiento de los equipos de
carguío y acarreo para la toma de decisiones
óptimas en la gestión de equipos en la empresa
minera Esemín-Morococha, 2024**

Rogel Huincho Castro

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 29 de Noviembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO PARA LA TOMA DE DECISIONES ÓPTIMAS EN LA GESTIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA MINERA ESEMIN - MOROCOCHA, 2024”

Autores:

1. ROGEL HUINCHO CASTRO – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|--|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir “SI”): 10 | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI <input type="checkbox"/> | NO <input checked="" type="checkbox"/> |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Ing. Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de trabajo de investigación

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

A nuestro divino porque gracia a su bendición, día a día, permitió que cumpa mis metas en toda mi formación académica.

A las personas que me brindaron su apoyo moral en el campo laboral y en el campo del estudio para seguir ascendiendo en toda la circunstancia.

A la persona que siempre estuvo a mi lado: Alicia, con el apoyo moral que me brindó pude concluir con gran satisfacción mi carrera profesional.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres: Justina y Aurelio y a mis familiares, quienes con su apoyo moral me dieron motivos para seguir preparándome, en especial a mis dos preciados hijos: Leonel y Patrick, fueron y serán mi motivo para seguir preparándome en mi carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR -----	iv
AGRADECIMIENTO-----	v
DEDICATORIA-----	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO-----	vii
ÍNDICE DE TABLAS-----	ix
ÍNDICE DE FIGURAS -----	x
RESUMEN -----	xi
ABSTRACT-----	xii
INTRODUCCIÓN -----	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO -----	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema -----	14
1.1.1. Planteamiento del problema -----	14
1.1.2. Formulación del problema -----	15
1.2. Objetivos -----	15
1.2.1. Objetivo general -----	15
1.2.2. Objetivos específicos -----	15
1.3. Justificación e importancia -----	16
1.3.1. Justificación social - práctica-----	16
1.3.2. Justificación académica -----	16
1.3.3. Justificación económica -----	16
1.4. Hipótesis de la investigación -----	16
1.4.1. Hipótesis general -----	16
1.4.2. Hipótesis específicas -----	16
1.5. identificación de las variables -----	17
1.5.1. Variable independiente -----	17
1.5.2. Variable dependiente -----	17
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables-----	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO -----	18
2.1 Antecedentes del problema -----	18
2.1.1 Antecedentes internacionales -----	18
2.1.2 Antecedentes nacionales -----	19
2.2 Generalidades de la operación minera-----	20
2.2.1 Ubicación de la mina Austria Duvaz -----	20
2.2.2 Accesibilidad a la mina Austria Duvaz -----	20
2.3 Geología regional de la mina Austria Duvaz-----	20

2.3.1 Geología local-----	21
2.3.2 Estructuras en la mina Austria Duvaz -----	24
2.3.3 Geomecánica de la mina Austria Duvaz -----	25
2.4 Método de explotación en la mina Austria Duvaz -----	26
2.5 Bases teóricas del estudio-----	28
2.5.1 Metodología de Asarco-----	28
2.5.2 Comportamiento de variables de mantenimiento en scoops y dumpers -----	29
2.5.3 Granulometría y capacidad efectiva: scoops (2.2 yd ³) y dumpers (6 t)-----	30
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-----	32
3.1. Método y alcances de la investigación-----	32
3.1.1. Método de la investigación -----	32
3.1.2. Alcances de la investigación -----	33
3.2. Diseño de la investigación-----	33
3.3. Población y muestra -----	33
3.3.1. Población -----	33
3.3.2. Muestra -----	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	33
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	34
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos-----	34
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	35
4.1 Consideraciones operacionales en equipos de carguío y acarreo -----	35
4.2 Análisis de la pérdida de tiempo en Scoops 2.2 yd ³ -----	38
4.3 Análisis de rendimiento en scoops 2.2 yd ³ -----	47
4.4 Análisis de pérdida de tiempo en dumpers 6 t -----	58
4.5 Análisis de rendimiento en dumpers 6 t-----	60
4.6 Validación hipótesis: Análisis de variables operacionales para la mejora del rendimiento -----	63
CONCLUSIONES -----	69
RECOMENDACIONES -----	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	73
ANEXOS-----	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables	17
Tabla 2. Acceso a la mina Austria Duvaz.....	20
Tabla 3. Geomecánica de la mina Austria Duvaz.....	25
Tabla 4. Metodología de Asarco.....	29
Tabla 5. Pérdida de tiempo scoop E7, febrero.....	38
Tabla 6. Pérdida de tiempo scoop E8, febrero.....	39
Tabla 7. Pérdida de tiempo scoop E9, febrero.....	40
Tabla 8. Pérdida de tiempo scoop E7, marzo.....	41
Tabla 9. Pérdida de tiempo scoop E8, marzo.....	42
Tabla 10. Pérdida de tiempo scoop E9, marzo.....	43
Tabla 11. Pérdida de tiempo scoop E7, abril.....	44
Tabla 12. Pérdida de tiempo scoop E8, abril.....	45
Tabla 13. Pérdida de tiempo scoop E9, abril.....	46
Tabla 14. Resumen de pérdida de tiempo en scoop 2.2 yd ³	47
Tabla 15. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E7, febrero.....	48
Tabla 16. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E8, febrero.....	49
Tabla 17. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E9, febrero.....	50
Tabla 18. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E7, marzo.....	51
Tabla 19. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E8, marzo.....	52
Tabla 20. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E9, marzo.....	53
Tabla 21. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E7, abril.....	54
Tabla 22. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E8, abril.....	55
Tabla 23. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E9, abril.....	56
Tabla 24. Resumen de rendimiento en scoop 2.2 yd ³	57
Tabla 25. Pérdida de tiempo, periodo febrero a abril, dumper 6 t.....	59
Tabla 26. Resumen de pérdida de tiempo en dumpers 6 t.....	59
Tabla 27. Rendimiento, periodo febrero a abril, dumper 6 t.....	61
Tabla 28. Resumen de rendimiento en dumper 6 t.....	61
Tabla 29. Resumen de tonelaje por cuchara.....	64
Tabla 30. Análisis de número de pases: escenario estudio.....	65
Tabla 31. Análisis de número de pases: escenario optimizado.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación, mina Austria Duvaz.....	20
Figura 2. Geología local, mina Austria Duvaz.....	22
Figura 3. Estratigrafía, mina Austria Duvaz	23
Figura 4. Modelo estructural en la mina Austria Duvaz	25
Figura 5. Geomecánica en la mina Austria Duvaz.....	26
Figura 6. Corte y relleno ascendente en la mina Austria Duvaz	27
Figura 7. Voladura y limpieza con taladros largos en la mina Austria Duvaz.....	27
Figura 8. Diseño de pilares de estabilidad con taladros largos en la mina Austria Duvaz.....	28
Figura 9. Grado de fragmentación posterior a la voladura – grueso	31
Figura 10. Grado de fragmentación posterior a la voladura - finos	31
Figura 11. Proyecto taladros largos, veta La Paz	36
Figura 12. Proyecto integral tajeo 027, veta ramal La Paz Sur.....	37
Figura 13. Resumen pérdida de tiempo, scoop 2.2 yd ³	47
Figura 14. Resumen disponibilidad, utilización y horas efectivas, scoop 2.2 yd ³	57
Figura 15. Resumen horas reales y horas de ASARCO, scoop 2.2 yd ³	58
Figura 16. Resumen pérdida de tiempo, dumper 6 t	60
Figura 17. Resumen de rendimiento, dumper 6 t.....	62
Figura 18. Resumen horas reales y horas de Asarco, dumper 6	62
Figura 19. Análisis de número pases: escenario estudio.....	65
Figura 20. Material volado, tajo 942, veta la Paz	67
Figura 21. Análisis de granulometría volado, tajo 942, veta la Paz.....	67
Figura 22. Perfil de granulometría, tajo 942, veta la Paz.....	68
Figura 23. Geología local, mina Austria Duvaz.....	76

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es considerar el análisis de los equipos de carguío y acarreo, comparando el escenario de estudio y el escenario optimizado mediante la norma de Asarco, para así tomar decisiones adecuadas de gestión de los equipos de la empresa Esemín en futuros proyectos. El desarrollo de la tesis permitió el análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo (*scoops* 2.2 yd³ y *dumpers* 6 t), realizada en el último periodo de operación en la mina Austria Duvaz. El estudio aplica el método inductivo / deductivo, donde se analizaron variables operacionales como la pérdida de tiempo por mantenimiento, la disponibilidad y utilización, horas efectivas, tonelaje acarreado y número de cucharas (pases), midiendo el rendimiento de los equipos, para una buena gestión de los equipos de carguío y acarreo en la empresa Esemín. El análisis de rendimiento de los *scoops* de 2.2 yd³ considera una disponibilidad promedio de 84 %, utilización promedio de 59 % y un total de 4,437.57 horas efectivas, siendo el programado de 4,860 horas, generando un déficit de 422.43 horas. El análisis de rendimiento de los *dumpers* de 6 t considera una disponibilidad promedio de 88 %, utilización promedio de 61 % y un total de 4,695.31 horas efectivas, siendo el programado de 4,860 horas, generando un déficit de 164.69 horas. El *match factor* óptimo en la gestión de equipos de carguío y acarreo en el estudio evaluado permitirá reemplazar el equipo de carguío de 2.2 yd³ a 1.8 yd³, que es el óptimo con el *dumper* de 6 t en futuras operaciones de la empresa Esemín.

Palabras clave: *match factor*, número pases, carguío, acarreo, horas efectivas, disponibilidad, utilización, etc.

ABSTRACT

The objective of this study is to consider the analysis of the loading and hauling equipment, comparing the study scenario and the optimized scenario using the Asarco standard, in order to make appropriate management decisions for the Esemín company's equipment in future projects. The development of the thesis allowed the analysis of the behavior of the loading and hauling equipment (2.2 yd³ scoops and 6 ton. dumpers), carried out in the last period of operation at the Austria Duvaz mine, operational variables were analyzed such as: loss of time due to maintenance, availability and utilization, effective hours, hauled tonnage and number of buckets (passes). The study applies the inductive / deductive method, where operational variables such as: loss of time due to maintenance, availability and utilization, effective hours, hauled tonnage and number of buckets (passes) were analyzed, measuring the performance of the equipment, for a good management of the loading and hauling equipment at the Esemín company. The performance analysis of the 2.2 yd³ scoops considers an average availability of 84%, average utilization of 59% and a total of 4,437.57 effective hours, with the scheduled 4,860 hours, generating a deficit of 422.43 hours. The performance analysis of the 6 ton. dumpers consider an average availability of 88%, average utilization of 61% and a total of 4,695.31 effective hours, with the scheduled 4,860 hours, generating a deficit of 164.69 hours. The optimal match factor in the management of loading and hauling equipment in the evaluated study will allow replacing the 2.2 yd³ loading equipment with 1.8 yd³, which is the most optimal with the 6 ton. dumper, in future operations of the Esemín company.

Keywords: match factor, number of passes, loading, hauling, effective hours, availability, utilization, etc.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos en la industria minera es poder controlar y mejorar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo en operaciones subterráneas. La complejidad asociada al diseño de sus operaciones, a la variabilidad geológica y al uso adecuado en la gestión operacional asociada a estos equipos.

El presente estudio ayudará a dar una mirada al comportamiento de los procesos unitarios de la empresa Esemín y analizar sus parámetros operacionales asociados al rendimiento de sus equipos con la finalidad de mejorar dichos indicadores en operaciones futuras.

El match factor asociado entre los equipos de carguío y acarreo considera el uso de scoops 2.2 yd³ y dumpers 6 t en las operaciones de la empresa Esemín, por lo que el presente estudio realizará un análisis comparativo aplicando la norma Asarco y definir el factor de acoplamiento real y así poder mejorar la gestión y rendimiento de los equipos.

El estudio mediante la metodología de Asarco permitirá realizar un análisis real de las condiciones de operación realizadas en la empresa Esemín, determinando el tamaño óptimo de los scoops y dumpers para un mejor control del rendimiento en operaciones futuras de la empresa.

El desarrollo del presente trabajo se dividió en cuatro capítulos. El capítulo I considera el desarrollo del planteamiento del problema general, objetivo e hipótesis general, considerando sus específicos. El desarrollo del capítulo II desarrolla las bases teóricas del estudio, así como antecedentes relacionados al tema de investigación y la matriz de operacionalización de variables. El desarrollo del capítulo III describe la metodología de investigación, así como el área de estudio considerando la población y muestra. Finalmente, en el capítulo IV se presentan los resultados y validando las hipótesis planteadas.

El autor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo de una buena gestión operacional de equipos en minería está asociado directamente a un buen mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes equipos utilizados en los diferentes frentes de operación en la unidad minera que, a su vez, está directamente asociado a la pérdida de tiempo operacional y su influencia en el rendimiento de los equipos utilizados en la operación minera, incrementando los costos operacionales.

El presente trabajo de investigación analizará los diferentes rendimientos de los scoops y dumpers considerando las fallas operativas, así como el tonelaje acarreado para determinar las variables de disponibilidad y utilización asociada.

El desarrollo del trabajo tiene como objetivo analizar las diferentes actividades asociadas a los procesos unitarios de carguío y acarreo realizadas en la mina Austria Duvaz durante los meses de julio a diciembre realizado durante el último periodo de operación (cierre febrero 2021) para realizar los correctivos operacionales y mejorar la gestión de los equipos analizados.

Las variables operacionales a ser mejoradas permitirán a la empresa de servicios Esemín realizar una mejor gestión de equipos de carguío y acarreo en futuras operaciones mineras, considerando la pérdida de tiempo operacional analizando el mantenimiento preventivo y corrigiendo el mantenimiento correctivo.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cómo determinar una adecuada gestión de equipos de carguío y acarreo mediante el análisis del comportamiento de los equipos en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024?

1.1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo influye la disponibilidad y utilización con las horas efectivas de los equipos de carguío y acarreo para la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024?
- b) ¿Cómo influye el número de pases con la capacidad efectiva de los equipos de carguío y acarreo para la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024?
- c) ¿Cómo relacionar el match factor con el tonelaje acarreado entre equipos de carguío y acarreo para un buen dimensionamiento de flota para la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos de la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar una adecuada gestión de equipos de carguío y acarreo mediante el análisis del comportamiento de los equipos en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Relacionar la disponibilidad y utilización con las horas efectivas de los equipos de carguío y acarreo para la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos en la empresa de servicios Esemín - Morococha, 2024.
- b) Determinar la influencia del número de pases con la capacidad efectiva de los equipos de carguío y acarreo para la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos en la empresa de servicios Esemín - Morococha, 2024.
- c) Relacionar el match factor con el tonelaje acarreado entre equipos de carguío y acarreo para un buen dimensionamiento de flota para la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos de la empresa de servicios Esemín - Morococha, 2024.

1.3. Justificación e importancia

El presente estudio ayudará a la empresa de servicios Esemín a generar programas de gestión de equipos óptimas en sus diferentes trabajos a realizar en diferentes operaciones mineras.

1.3.1. Justificación social - práctica

La investigación busca realizar una buena gestión de equipos de carguío y acarreo con una buena toma de decisiones óptimas realizadas en diferentes frentes operacionales. Esta mejora en la gestión de equipos permitirá la mejora del rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, involucra la mejora económica de la empresa permitiendo una buena interrelación con los proyectos sociales con las comunidades aledañas al proyecto.

1.3.2. Justificación académica

Durante los diferentes trabajos de tesis desarrollados por las universidades, se aborda temas asociados a proveedores de servicios (contratistas), el estudio ayudará a realizar el análisis de la gestión operacional de equipos de carguío y acarreo de la empresa minera Esemín para tomar decisiones óptimas en futuras operaciones mineras. Los resultados obtenidos consideran el uso de herramientas numéricas, los cuales servirán para el análisis en el comportamiento de los equipos. Asimismo, los resultados obtenidos ayudarán a académicos y estudiantes a utilizar como guía en estudios similares.

1.3.3. Justificación económica

La mejora de la gestión operacional en los equipos de carguío y acarreo ayudará a la mejora del rendimiento operacional y económica de la empresa minera Esemín. Esta mejora económica permitirá el incremento de las utilidades de la empresa y seguir generando programas de optimización y reducción de costos.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

Realizar el análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo influye en una adecuada gestión de ellos quipos en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) Determinar la influencia de la disponibilidad y utilización con las horas efectivas de los equipos de carguío y acarreo influye en la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos en la empresa de servicios Esemín - Morococha, 2024.

- b) Determinar la influencia del número de pases con la capacidad efectiva de los equipos de carguío y acarreo influye en la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos en la empresa de servicios Esemin - Morococha, 2024.
- c) Relacionar el match factor con el tonelaje acarreado entre equipos de carguío y acarreo para un buen dimensionamiento de flota influye en la toma de decisiones óptima en la gestión de equipos de la empresa de servicios Esemin - Morococha, 2024.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

Análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo.

1.5.2. Variable dependiente

Gestión adecuada de los scoops y dumpers en la empresa de servicios Esemin.

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
VI: Análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo.	El análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo, permitirán tener en óptimas condiciones las variables operacionales asociadas a ellos.	• Geología	Geología	Tipo estructura, potencia, leyes, etc..
		• Geomecánica	Geomecánica	RQD, RMR, GSI, etc.
		• Operaciones	Operacional	Producción, leyes, equipos, etc.
VD: Gestión adecuada de los scoops y dumpers en la empresa de servicios Esemin.	Una buena gestión operacional de scoops y dumpers, permitirán analizar el comportamiento del rendimiento de los equipos, así como el cumplimiento de los planes de minado.	• Operacionales	Carguío y acarreo	Tonelaje acarreado, N° cucharas, horas programadas, etc.
		• Técnicos	Rendimiento	Disponibilidad, utilización, horas efectivas, etc.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

- ✓ Tesis titulada: «*Diseño de herramienta computacional para control de KPi de operadores de carguío y transporte – mina los Bronces*». La investigación consideró el análisis de los KPis en los procesos de carguío y transporte de mineral, definiendo como variable fundamental los operadores de los equipos. El estudio midió las variables operacionales como tiempo de aculatamiento, velocidad de acarreo y los rendimientos de los equipos de carguío. La solución al problema considera la implementación de una herramienta computacional para medir y controlar los diferentes indicadores operacionales en los procesos unitarios evaluados, el análisis consideró palas eléctricas CATde 60 yd³ y camiones Komatsu 930E. Los resultados permitieron realizar una mejora en la gestión de equipos de carguío y transporte de mineral, producto del control de la performance de los operadores, identificando sus falencias y corrigiendo mediante capacitaciones, supervisiones adecuadas, etc. (1).

- ✓ Tesis titulada: «*Diseño y evaluación técnicoeconómica de un nuevo sistema de carguío y transporte para la minería de Hundimiento*». La investigación permitió el análisis de un nuevo sistema de carguío y transporte de mineral en el método de minado con hundimiento. Considera evaluar un nuevo diseño que permita mejorar el rendimiento operacional producto del incremento de la granulometría en explotaciones profundas afectando el rendimiento operacional. Se realizaron diferentes diseños con distintas capacidades productivas (LHD), definidos por la cantidad y longitud de calles relacionados al Panzer (transportador). El nuevo diseño de acarreo genera distancias más cortas desde el pique de traspaso alimentados por el scoop. Los resultados permitieron la mejora del rendimiento los

scoops con distancias de calles cortas de 50 m., llegando a mejoras en el rendimiento con 300 ton/hr y velocidades de extracción de 2.0 ton/m²d (2).

2.1.2 Antecedentes nacionales

- ✓ Tesis titulada: «*Planeamiento Análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en Compañía Minera Kolpa S. A. – 2021*». El estudio permitió la evaluación de los diferentes indicadores operacionales que inciden directamente en el rendimiento de los equipos de acarreo (scoops y dumpers). Una de las herramientas de gestión en el manejo de información utilizada fue el Dashboard, el cual permitió ir controlando las variables asociadas a los diferentes equipos analizados. Los resultados permitieron la mejora de los rendimientos de carguío en 21.01 m³/hr y de acarreo en 21.23 m³/hr., así mismo, se disminuyó el consumo de combustible en 0.07 gal/hr en equipos de carguío y de 1.3 gal/h en equipos de acarreo (3).

- ✓ Tesis titulada: «*Mejora Optimización de equipos de carguío y acarreo en el tramo Botaderos - Trituradora Thyssen Krupp, para el incremento de producción en una empresa cementera*». El objetivo es el incremento de la producción optimizando el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de caliza, para la mejora de la productividad de la trituradora. La identificación de los factores operacionales analizados fueron la granulometría, distancia de acarreo y estado de las vías, los que incidieron directamente en el rendimiento operacional. Los resultados obtenidos permitieron el control y la mejora, incrementando el tonelaje acarreado en 267,616 toneladas, incrementando la productividad en 11.45% (4).

- ✓ Tesis titulada: «*Optimización de los ciclos de carguío y acarreo para reducir los costos operativos en una empresa minera*». La investigación se direcciona a reducir los costos y tiempos de en las etapas unitarias de carguío y acarreo en la unidad minera. Uno de los problemas a dar solución es referente a la disponibilidad mecánica de los equipos, producto de una inadecuada gestión de mantenimiento, incidiendo en un menor tonelaje transportado y sus costos asociados, así como el dimensionamiento de flota adecuada. Los resultados obtenidos permitieron una reducción de costos anuales en S/.1,193,280 en los proceso de carguío y acarreo por un mayor tonelaje acarreado de 27,129 toneladas (5).

2.2 Generalidades de la operación minera

2.2.1 Ubicación de la mina Austria Duvaz

La mina Austria Duvaz, se ubica en el distrito de Morococha, provincia de Yauli y región de Junín, a una altura entre 4380 a 4600 m s. n. m.



*Figura 1. Ubicación, mina Austria Duvaz
Tomada del Área Geología*

2.2.2 Accesibilidad a la mina Austria Duvaz

La mina Austria Duvaz se ubica a 65 km de San Mateo y 160 km de la ciudad de Lima, con un tiempo de 4 h y 20 min.

Tabla 2. Acceso a la mina Austria Duvaz

Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)	Vía
Lima – Chosica – Matucana	75 Km.	160	Vía asfaltada
Matucana – San Mateo - Ticlio	74 km.	60	Vía asfaltada
Ticlio - Mina	11 km.	30	Vía asfaltada

Fuente: área planeamiento

2.3 Geología regional de la mina Austria Duvaz

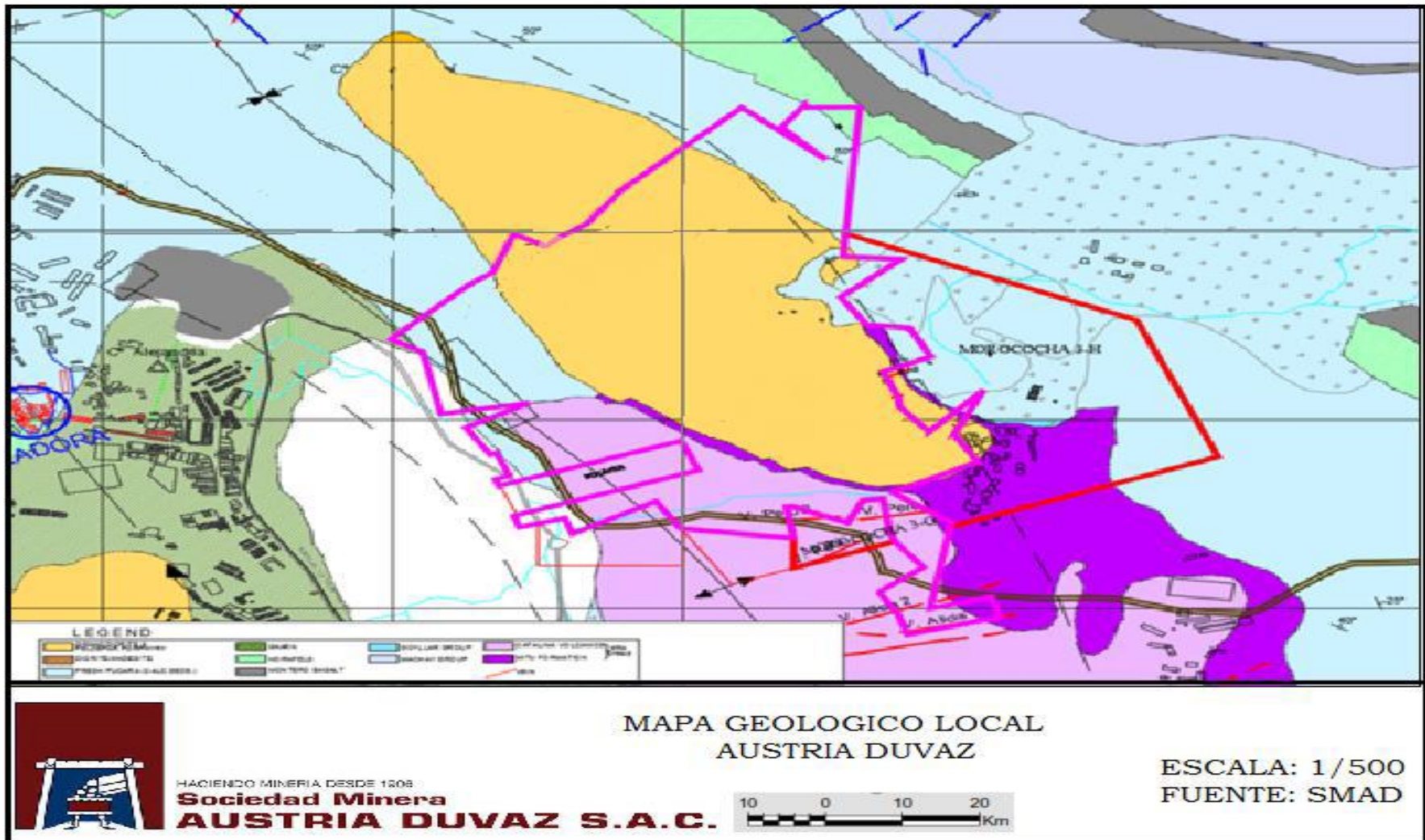
La geología regional está compuesta principalmente por rocas jurásicas, cretácicas y localmente paleozoicas, compuestas principalmente por rocas sedimentarias, metamórficas y

localmente volcánicas. Las formaciones asociadas a estas litologías son el grupo pucará, mitú y excelsior, asociadas al distrito de Morococha, donde se ubican operaciones importantes, como Toromocho, Yauliyacu, Casapalca, etc.

2.3.1 Geología local

Localmente, está relacionado al anticlinal Morococha compuesta principalmente por rocas sedimentarias de la formación Pucará, principalmente por calizas del jurásico, así mismo infrayacen a esta unidad la formación del grupo Mítu, compuesto principalmente por conglomerados y brechas volcánicas. Finalmente, se presentan rocas metamórficas del grupo excelsior del Paleozoico, compuesta principalmente por filitas con intercalaciones remanentes de cuarcitas y basaltos.

La estratigrafía presente en el área de estudio está compuesto de acuerdo a su edad geológica: grupo Goyllarisquizga (areniscas, calizas y cuarcitas), grupo Pucará (calizas, limoarcillas y nódulos), grupo Mítu (conglomerados y brechas volcánicas) y grupo Excelsior (lutitas y filitas).



*Figura 2. Geología local, mina Austria Duvaz
Tomada del Área Geología*

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	GROSOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holocena	Depósitos aluviales			Arenas, gravas y limos.	
		Pleistocena	Depósitos glaciares			Morrenas	
	NEÓGENO	PLIOCENA	Grupo Ujauja	Formación Mataula	50		Capas lacustrinas arenas y limos poco consolidadas.
			Formación Ushno	100		Conglomerados fluviales.	
			Formación Ingahuasi	50		Tobas blancas calcáreas.	
			Formación Yanacancha	250		Lavas, brechas, conglomerados andesíticos.	
	PALEÓGENO	MIOCENA	Formación Huarochiri	400		Tobas riolíticas y riolodacíticas con intercalaciones de areniscas.	
			Formación Millotingo	400		Lava andesítica a dacítica, areniscas volcánicas	
			Formación Castrovirreyna	150		Volcánico - sedimentario con intercalaciones de tobas.	
		OLIGOCENA	Grupo Sacsacero	2015		Tobas riolíticas soldadas, lavas y areniscas volcánicas	
			Eocena	SUP.			
		MED.		Formación Tantarà	100		Andesita / Riolita Derrames andesíticos a riolodacíticos, gris verdoso.
		PALEOCENA					Disc. ang.
MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Formación Casapalca	4000		Lutitas, areniscas, limolitas y conglomerados de color rojo.	
			Formación Celendín	400		Dioritas.	
			Formación Jumasha	400		Calizas pardo amarillentas con margas calcáreas, yeso.	
			Formación Panatambo	120		Calizas compactas en estratos gruesos a delgados.	
		INFERIOR	Formación Chulec	220		Calizas, lutitas de color negro fétido.	
			Formación Parahuanca	260		Calizas gris pardo amarillentas y margas calcáreas.	
			Grupo Goyllarisquizga				Calizas y margas calcáreas.
			Formación Farrat	700		Areniscas de grano medio blanco a gris rojo.	
	JURÁSICO	MEDIA	Formación Chaucha	300		Areniscas con intercalaciones de lutitas violáceas.	
			Formación Cercapuquio	322		Caliza gris y arcillitas abigarradas.	
		INFERIOR	Formación Condorsinga	1000		Cuarzitas grises con intercalaciones de material bituminoso.	
			Formación Aramachay	400		Lodolitas y limolitas calcáreas, calizas y dolomitas.	
			Formación Chambarà	300		Areniscas de grano fino a grueso color blanco a gris.	
TRIÁSICO	SUPERIOR	Grupo Pucará			Calizas gris azulada con presencia de venillas de calcitas.		
PALEOZOICA	PERMIANO	SUPERIOR	Grupo Mitu	1700		Intercalaciones de caliza con nódulos calcáreos y limoarcillitas carbonosas.	
		INFERIOR	Grupo Copacabana	150		Calizas micríticas con nódulos de chert.	
	CARBONÍFERO	SUPERIOR	Grupo Tarma	1300		Secuencia rítmica molásica, conglomerados con clastos de volcánicos.	
		INFERIOR	Grupo Ambo	900		Intrusivos y brechas volcánicas.	
	DEVONIANO	SUPERIOR				Areniscas, calizas y lutitas de color bronceo.	
		MEDIA	Grupo Cabanillas	780		Lutitas y limolitas grises con intercalaciones de areniscas	
	SILURIANO ORDOVICIANO	INFERIOR				Monzogranitos, granitos.	
			Metasedimentitas no diferenciadas	700		Conglomerados, molasas rítmicas, areniscas feldespáticas.	
NEOPROTEROZOICA					Disc. ang.		
		Complejo Metamórfico	1000		Secuencias tipo flysh con areniscas, lutitas y pizarras		
					Disc. ang.		
					Filitas con escasas intercalaciones de cuarcita, negro grisáceas, basaltos, metatoba y mármoles.		
					Disc. ang.		
					Lutitas seritoesquistosas y paragneises, anfibolitas.		

Figura 3. Estratigrafía, mina Austria Duvaz
Tomada del Área Geología

La fase magmática presente en el área de estudio, está compuesto por intrusivos de diorita, pórfido cuacíferos y monzonitas emplazados durante fines del terciario.

La diorita Anticona se ubican en el norte y oeste del distrito de Morococha hasta Ticlio, es el intrusivo más antiguo presente en el área de estudio compuesta por vetas polimetálicas de Zn, Pb y Ag (Cu)-

La monzonita Cuarcifera, conocida como intrusivo Morococha ubicado en la parte central del distrito, reconociendo 4 stocks: San francisco ubicado en la parte central, Yantac en la parte sur, Gertrudis en la parte norte y el stock Potosí al noroeste, donde se emplazan las vetas polimetálicas que explota la mina Austria Duvaz.

El pórfido cuarcífero es el intrusivo más joven compuesta por un pequeño stock y diques ubicados en la parte central del distrito minero.

2.3.2 Estructuras en la mina Austria Duvaz

La estructura principal está asociado al domo de Yauli que se ubica desde San Cristobal hasta Morococha con una extensión de 30 k y un rumbo de 35° al NW.

En el área de estudio la principal estructura es el anticlinal Morococha (parte N del domo Yauli). Durante las etapas compresivas se formaron 2 fallas: Gertrudis y Potosi – Toldo, con buzamientos entre 45 a 70° y opuestos entre las fallas.

La mineralización presente se formó posteriormente a la formación de los stocks, con fases polimetálicas (Zn, Pb, Cu, Ag) en diferentes pulsaciones.

La génesis presente en el área de estudio estaría asociado a los sistemas pórfido de Cu-Mo (Ag) generados en la mina Toromocho, formando estructuras proximales de Cu, Zn, Pb (Ag) asociados a las estructuras presentes en la mina Manuelita y estructuras distales de Pb, Ag, Zn y Cu como es el caso de la mina Austria Duvaz.



Figura 4. Modelo estructural en la mina Austria Duvaz
Tomada del Área Geología

2.3.3 Geomecánica de la mina Austria Duvaz

Los parámetros geomecánicos asociados a la mina Austria Duvaz se clasifican en:

Tabla 3. Geomecánica de la mina Austria Duvaz

ESTRUCTURA	NIVEL	UBICACIÓN	RMR	RQD %	Q	GSI
RAMPA_420	1700	caja techo	62	62	6.3	55
		mineral				
		caja piso	60	58	5.6	60
GALERIA 420_NE	1700	caja techo	59	52	5.1	50
		mineral	42	40	3.4	45
		caja piso	60	54	5.4	60
GALERIA 410_SE	1700	caja techo	59	50	4.8	55
		mineral	47	36	3.2	45
		caja piso	62	56	5.1	60
VETA LA PAZ SUR	1700	caja techo	58	52	4.9	55
		mineral	42	40	3.5	40
		caja piso	60	48	4.8	60
SAN PABLO	1700	caja techo	63	56	5.2	60
		mineral	50	41	3.3	40
		caja piso	65	57	5.3	60
MADAM ELVIRA	400	caja techo	50	49	4.7	55
		mineral	41	40	3.2	40
		caja piso	52	47	4.8	60
FREIBERG	1200	caja techo	58	53	5.1	60
		mineral	45	39	3.1	40
		caja piso	60	52	4.9	60

Tomada del Área de Geomecánica

La litología presente está asociada a un ambiente volcánico asociados a andesitas y volcánicos (Fm. Catalina) e intrusivos asociados al pórfido cuarcífero, diorita y monzonita.

El RMR en mineral varía de 41 - 50, en la caja techo de 50 – 65 y en la caja piso de 52 – 65, así mismo el RQD tiene valores en el mineral de 36 – 41 %, en la caja techo varía de 40 – 62% y en la caja piso de 47 – 56 % y los valores del GSI en mineral varía de 40 – 45, en la caja techo de 50 – 60 y en la caja piso con valores de 60.



Figura 5. Geomecánica en la mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Geomecánica

2.4 Método de explotación en la mina Austria Duvaz

Los métodos de explotación aplicados en la mina Austria Duvaz consideran el corte y relleno ascendente, así como en su último periodo de explotación el *bench and fill* con taladros largos.

a) Corte y relleno ascendente mecanizado

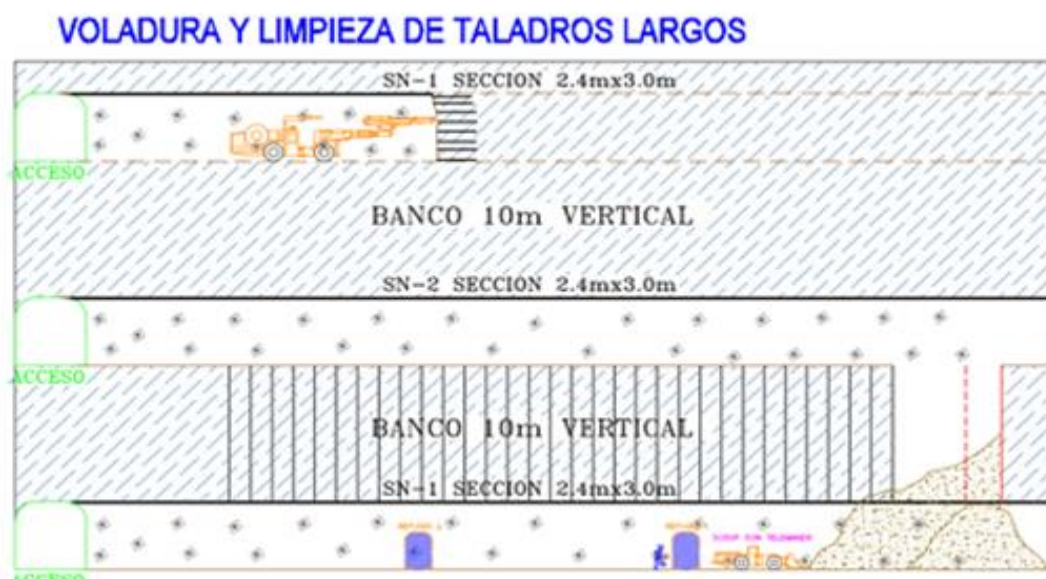
- ✓ Longitud de tajeo: 180m
- ✓ Altura del Block 50 m vertical
- ✓ Ancho de minado: > 2.0 m
- ✓ Altura de Rotura por corte 2.10/1.50 m
- ✓ Buzamiento de veta 75° a 80°
- ✓ Accesos: Dos chimeneas extremas de bloqueo, que delimitan el tajeo
- ✓ Ore Pas equidistantes (02)
- ✓ Chimenea Central que comunica al nivel superior para servicios



**Figura 6. Corte y relleno ascendente en la mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Planeamiento**

b) *Bench and fill* con taladros largos

- ✓ Longitud de tajeo: 50 m
- ✓ Altura de banco 10-15 m
- ✓ Ancho de minado: > 0.9 m
- ✓ Preparación: sub nivel superior de sección ancho 2.4m y alto 3.0m
- ✓ Preparación: sub nivel inferior de sección ancho 2.4m y alto 3.0m
- ✓ Preparación: accesos desde rampa en sección ancho 3.0m y alto 3.0m
- ✓ Desarrollo: rampa de nivel a nivel en sección ancho 3.0m y alto 3.0m
- ✓ Buzamiento de veta: > 50°
- ✓ Cámaras de refugio del personal operador: sección ancho 1.2m y alto 2.2m cada 20m de longitud.



**Figura 7. Voladura y limpieza con taladros largos en la mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Planeamiento**

DISEÑO DE PILARES DE ESTABILIDAD

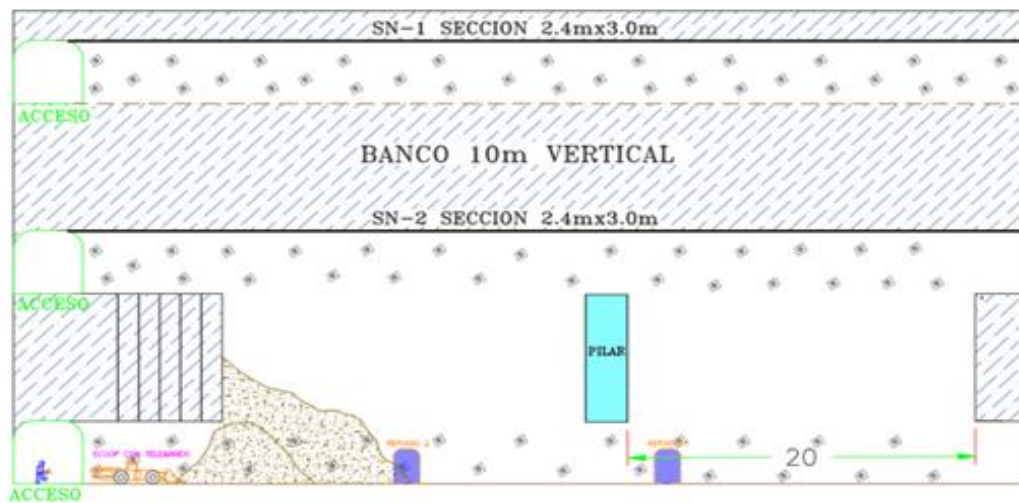


Figura 8. Diseño de pilares de estabilidad con taladros largos en la mina Austria Duvaz Tomada del Área de Planeamiento

2.5 Bases teóricas del estudio

El objetivo del presente trabajo de investigación permitió el análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo (scoops y dumpers) para la toma de decisiones óptimas en la gestión de equipos en la empresa minera Esemín.

Se analizaron variables operacionales como la pérdida de tiempo por mantenimiento, la disponibilidad y utilización, horas efectivas, tonelaje acarreado y número de cucharas, en equipos de carguío (scoops 2.2 yd³) y equipos de acarreo (dumpers de 6 t), durante los últimos 3 meses de operación de la mina.

El objetivo del presente estudio es considerar el análisis de los equipos de carguío y acarreo, mediante herramientas actuales como metodología de análisis de tiempos como Asarco, match factor, etc. Para así tomar decisiones adecuada de gestión de los equipos de la empresa Esemín en futuros proyectos.

2.5.1 Metodología de Asarco

Para determinar el rendimiento de los equipos en operaciones mineras se utilizan diferentes metodologías de gestión. Para el presente estudio se analizará la metodología de Asarco para determinar el análisis de la pérdida de tiempo operacional.

Dentro de las consideraciones generales para el cálculo de las horas efectivas operacionales, se considera el total de horas cronológicas que son 24 horas. Los equipos nuevos en general

consideran utilizaciones y disponibilidades máximas entre 90 a 91%, esto es producto de que los equipos han sido diseñados y probados a cotas a nivel del mar.

Cuando los equipos de minería en general son enviados a operaciones que están a cotas sobre el nivel del mar, como es el caso del presente estudio, se considera la altura de la mina Austria Duvaz en un promedio de 4400 m s. n. m., lo que afecta directamente el rendimiento de los equipos en los diferentes de producción.

Tabla 4. Metodología de Asarco



Tomada de American Smelting & Refining

El desarrollo del presente estudio estará relacionado al análisis de las variables de horas de mantenimiento y variables de rendimiento asociados a equipos de carguío (scoops 2.2 yd³) y equipos de acarreo (dumpers 6 t).

2.5.2 Comportamiento de variables de mantenimiento en scoops y dumpers

El análisis de las variables de mantenimiento está asociado a los scoops 2.2 yd³ y dumpers 6 t de capacidad.

a) Análisis de parada y demoras operativas

Las variables para analizar estarán relacionadas a las actividades propuestas durante los últimos 3 meses de operación en la mina Austria Duvaz considerando el ítem mantenimiento como inspección del equipo, refrigerio (paradas operativas), mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, fallas eléctricas y fallas mecánicas, considerando un resumen de total de parada de equipo y demoras operativas.

b) Análisis de indicadores de productividad: utilización, disponibilidad y horas efectivas

Los indicadores utilizados para el análisis de los equipos de carguío (scoops 2.2 yd³) y acarreo (dumpers 6 t). Los modelos numéricos utilizados en el presente trabajo, estará planteado en función a la norma de Asarco.

✓ Indicador disponibilidad (% D)

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Horas hábiles} - \text{Horas mantenimiento}}{\text{Horas hábiles}} \times 100$$

Este indicador mide el tiempo en la cual el equipo (scoop y dumper) está en condiciones mecánicas y eléctricas de ser operado, en los diferentes frentes de operación. Este indicador, se relaciona directamente al tiempo que el equipo está en el área de mantenimiento.

✓ Indicador utilización (% U)

$$\% \text{ Utilización} = \frac{\text{Horas disponibles} - \text{Pérdidas operacionales}}{\text{Horas disponibles}} \times 100$$

Este indicador indica el tiempo en la cual el equipo se encuentra operando en los frentes de operación.

✓ Indicador Horas efectivas (HEF)

$$\text{HEF (hrs)} = 24 \times \text{Disponibilidad} \times \text{Utilización}$$

Este indicador define las horas efectivas que el equipo está realizando su actividad para la cual fue diseñada.

De acuerdo a los programas de utilización y disponibilidad considera una utilización y disponibilidad entre 89 a 90% en equipos nuevos, por lo que el análisis del presente estudio para generar una buena gestión de equipos de carguío y acarreo considerará 19.44 horas efectivas diarias.

2.5.3 Granulometría y capacidad efectiva: scoops (2.2 yd³) y dumpers (6 t)

Determinar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo es de vital importancia para analizar las variables que inciden directamente en el tonelaje cargado y acarreado; por lo que es necesario identificar la granulometría posterior a la voladura y su efecto en el factor de

llenado, así como la densidad de material y factor de esponjamiento. El formulismo está asociado a determinar la capacidad efectiva como:

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{\text{Vol} \times \text{densidad} \times \text{factor llenado}}{1 + \text{factor de esponjamiento}}$$



Figura 9. Grado de fragmentación posterior a la voladura – grueso



Figura 10. Grado de fragmentación posterior a la voladura - finos

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

Se desarrolló una investigación aplicada a un nivel explicativo logrando la mejora de la productividad en la gestión de los equipos de carguío y acarreo en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024. El método que se desarrolla es inductivo - deductivo, ya que se inicia de casos particulares a generales para luego interpretarlas. Siendo el resultado un método que mejore la productividad.

a) Método general

El método empleado en la investigación es el método inductivo - deductivo. Este método está orientado a observar e investigar a fondo los parámetros operacionales relacionados a un adecuado sistema de gestión de los equipos de carguío y acarreo en la empresa de servicios Esemín – Morococha, 2024.

b) Métodos específicos

A continuación, se detalla el procedimiento de recolección y procesamiento de datos, donde determinamos el control de los KPI, haciendo uso del método general. Se realizará el análisis de los datos que se obtendrán en la observación directa de las variables.

- **Recopilación de informes anteriores.** Con la finalidad de poder entender el desarrollo de las actividades en la unidad minera, se recopilará toda la data de las áreas de geología, mina, y planeamiento. Para lo cual se interpretará los resultados de los informes de los meses anteriores.

- **Trabajo de campo.** Se realizará el trabajo de campo con las observaciones pertinentes de mapeo, monitoreo de convergencia/divergencia, análisis de tiempo y costeo de las variables de gestión en equipos de carguío y acarreo en la empresa de servicios Esemin.
- **Trabajo de gabinete:** Se realizará los estudios operacionales, modelamientos y controles de los indicadores operacionales.
- **Resultados.** Se realizará la evaluación de los resultados en términos de un adecuado sistema de gestión de equipos de carguío y acarreo de la empresa de servicios Esemin.

3.1.2. Alcances de la investigación

La investigación es del tipo aplicado, donde se analizan las variables operacionales en equipos de carguío y acarreo con la finalidad de identificar las variables que asocien a una buena gestión de los equipos en la empresa Esemin.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño del trabajo es descriptivo longitudinal, porque se realiza el análisis de los escenarios ejecutados durante el desarrollo del presente estudio considerando los tiempos asociados a los equipos de carguío y acarreo, así como variables operacionales con el tonelaje acarreado relacionando su granulometría y capacidad efectiva.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Pertenece a la empresa Minera Austria Duvaz, en sus diferentes frentes de operación.

3.3.2. Muestra

Para desarrollar el presente trabajo se utilizó la información de los scoops de 2.2 yd³ y dumpers de 6 t durante los periodos de febrero, marzo y abril (última etapa de operación) de la empresa Esemin.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados durante el desarrollo del presente trabajo de investigación consideran una buena gestión operacional de equipos de carguío y acarreo en la mina Austria Duvaz, previo al cierre de la operación.

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- ✓ Análisis y revisión de información de quipos de carguío y acarreo.
- ✓ Observación de campo: tonelaje cargado y acarreado (últimos 3 meses de operación, mina Austria Duvaz).
- ✓ Evaluación de la capacidad efectiva equipos de carguío y acarreo.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- ✓ Plantillas de las áreas unitarias de carguío y acarreo.
- ✓ Manejo de software WipFrag.
- ✓ etc.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo del presente trabajo de investigación permitió el análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo (scoops y dumpers) para la toma de decisiones óptimas en la gestión de equipos en la empresa minera Esemin. El presente estudio se realizó durante los últimos tres meses de operación en la mina Austria Duvaz.

4.1 Consideraciones operacionales en equipos de carguío y acarreo

Se analizaron variables operacionales como: la pérdida de tiempo por mantenimiento, la disponibilidad y utilización, horas efectivas, tonelaje acarreado y número de cucharas, en equipos de carguío (scoops 2.2 yd³) y equipos de acarreo (dumpers de 6 t), durante los últimos 3 meses de operación de la mina.

El objetivo del presente estudio es considerar el análisis de los equipos de carguío y acarreo, mediante herramientas actuales como metodología de análisis de tiempos como Asarco, match factor, etc. Para así tomar decisiones adecuada de gestión de los equipos de la empresa Esemin en futuros proyectos.

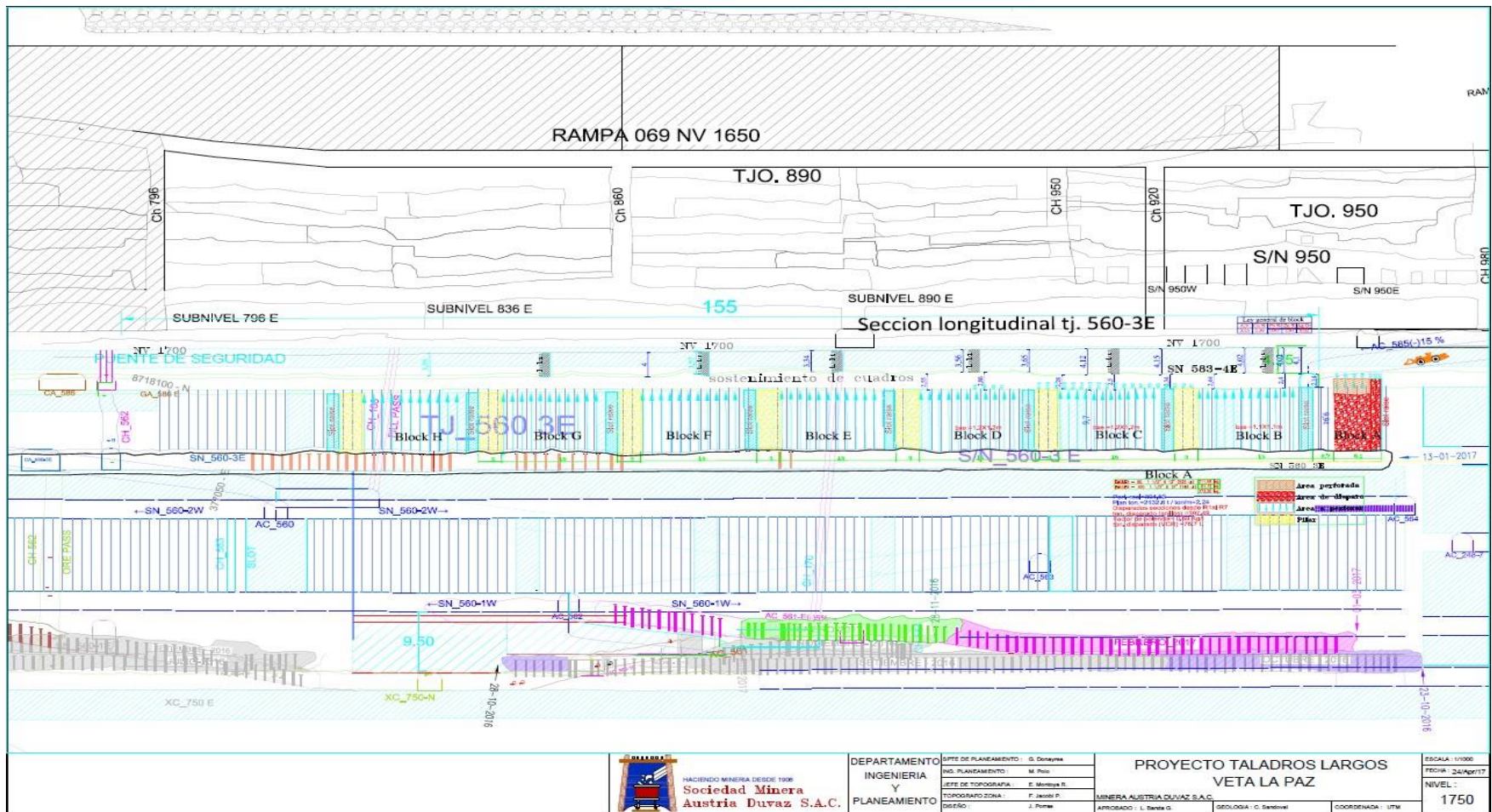
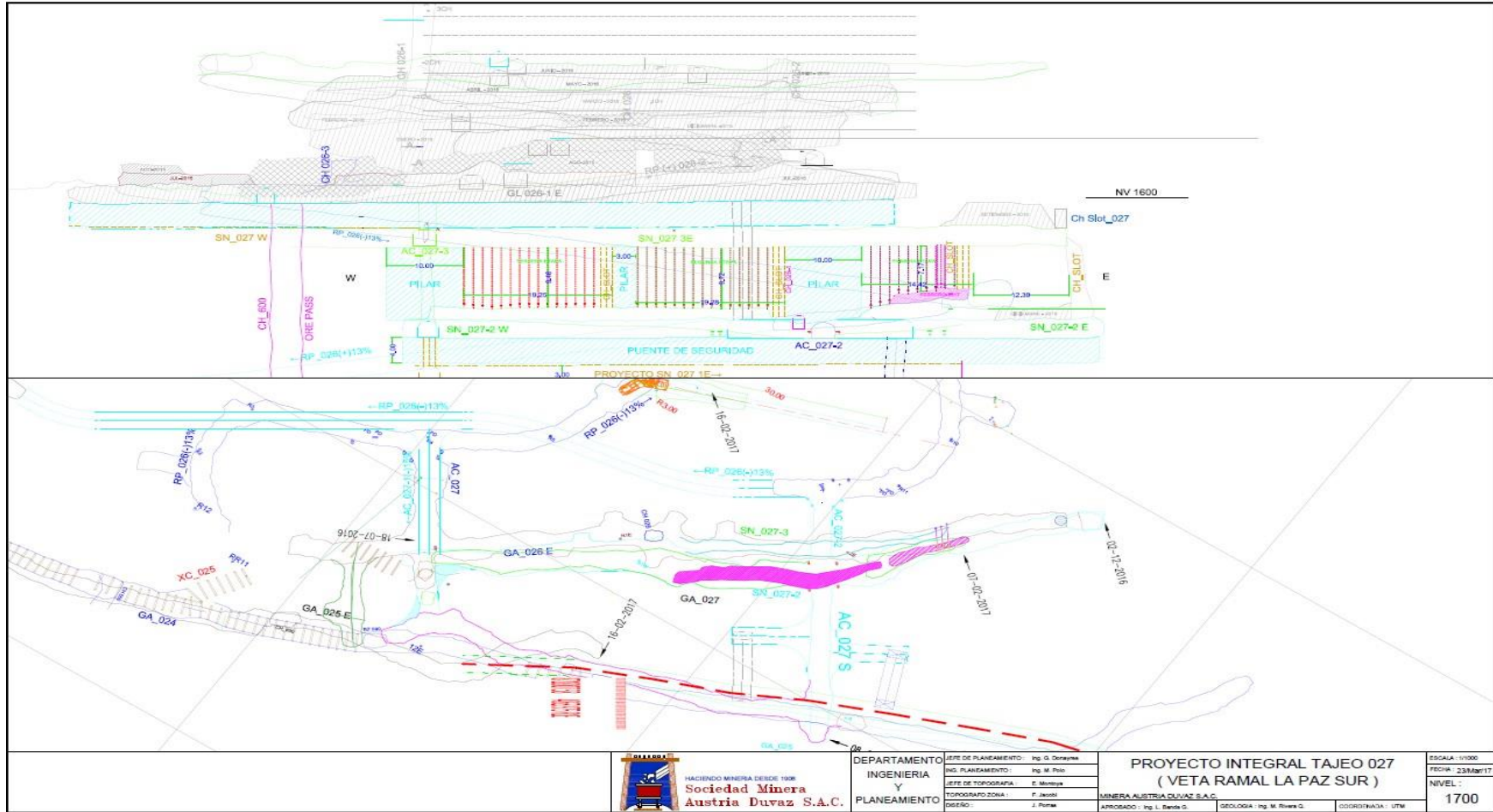


Figura 11. Proyecto taladros largos, veta La Paz
Tomada del Área de Planeamiento



**Figura 12. Proyecto integral tajeo 027, veta ramal La Paz Sur
Tomada del Área de Planeamiento**

4.2 Análisis de la pérdida de tiempo en Scoops 2.2 yd³

Para entender el comportamiento de una adecuada gestión de equipos de carguío, se determinó el análisis de la pérdida de tiempo y la relación de la utilización, disponibilidad y horas efectivas, durante los periodos febrero, marzo y abril, scoops E7, E8 y E9.

a) Análisis de pérdida de tiempo: scoops 2.2 yd³ - febrero

✓ Periodo de febrero: scoop E7

Tabla 5. Pérdida de tiempo scoop E7, febrero

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E7 - MANTENIMIENTO										
MES FEBRERO - SCOOP 2.2 YD3										
HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas parados operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
11.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.0	1.7	7.9
11.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.9	0.0	0.0	1.0	0.9	9.1
6.3	0.7	2.0	0.7	0.0	1.8	7.8	0.0	2.0	9.6	5.1
8.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.4	0.0	3.5	2.0	3.9	8.6
13.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	1.0	0.7	6.8
2.6	0.3	2.0	0.3	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4
10.1	0.7	2.0	0.7	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	9.4
8.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	11.7
7.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	4.0	10.0
7.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7
3.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1
10.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
13.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
12.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	7.6
0.4	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.6
8.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	4.0	8.2
12.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
5.7	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	10.6	2.0	10.6	4.7
12.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6	8.2
12.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.3	0.0	0.5	2.0	0.8	8.2
13.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
11.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.3	2.5	1.0	2.8	6.4
7.3	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3	12.4
12.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	0.5	8.3
7.2	0.3	2.0	0.3	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
4.5	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5
0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	1.0	9.0	12.0
11.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.7	0.0	4.0	1.0	4.7	5.2
14.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	1.1	5.5
10.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
271.30	17.34	60.00	17.34	18.00	6.29	13.00	39.76	17.00	59.05	299.65

La pérdida de tiempo operacional del scoop E7 durante el mes de febrero consideró un total de 59.05 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 39.76 horas y de 299.65 horas por demoras operativas.

✓ Periodo de febrero: scoop E8

Tabla 6. Pérdida de tiempo scoop E8, febrero

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E8 - MANTENIMIENTO

MES FEBRERO - 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas paradas operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
13.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
11.2	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8
10.4	0.7	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	3.7	1.0	3.7	6.9
13.4	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
14.5	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
10.4	0.7	2.0	1.3	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.5	10.1
11.8	0.7	2.0	0.5	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	2.0	7.2
13.0	0.7	2.0	0.8	0.0	2.2	0.0	0.0	1.0	2.2	5.8
11.2	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	8.8
12.7	0.7	2.0	0.9	0.0	0.6	1.1	1.0	1.0	2.7	5.6
13.0	0.7	2.0	1.2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	7.3
12.4	0.7	2.0	1.9	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	6.0	2.6
12.4	0.7	2.0	1.3	0.0	0.5	0.0	0.7	0.0	1.2	7.4
13.0	0.7	2.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
13.2	0.7	2.0	1.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	7.6
12.6	0.7	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
13.1	0.7	2.0	1.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	7.6
11.9	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.0	2.6	6.5
14.3	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
6.8	0.3	2.0	0.9	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
13.1	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
13.0	0.7	2.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
12.5	0.7	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
10.5	0.7	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3	10.2
9.4	0.3	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5	8.1
8.1	0.3	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9
6.5	0.7	2.0	0.7	0.0	1.0	2.9	5.7	1.0	9.6	4.9
11.8	0.7	2.0	0.8	0.0	1.8	0.0	1.3	1.0	3.1	6.2
8.5	0.7	2.0	1.5	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	10.5
9.3	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	6.0	5.7
347.90	19.38	60.00	31.02	9.00	11.72	4.01	31.67	15.00	47.40	234.70

La pérdida de tiempo operacional del scoop E8 durante el mes de febrero consideró un total de 47.40 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 31.67 horas y de 234.70 horas por demoras operativas.

✓ Periodo de febrero: scoop E9

Tabla 7. Pérdida de tiempo scoop E9, febrero

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E9 - MANTENIMIENTO

MES FEBRERO - SCOOP 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas paradas operativas (refrigerio)	MANTO PREV	MANTO PROG	MANTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
13.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
13.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
13.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
12.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	2.0	0.0	1.0	2.0	3.0	5.2
12.2	0.7	2.0	0.7	0.0	2.5	0.0	0.0	1.0	2.5	6.3
13.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
13.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
8.6	0.7	2.0	0.7	0.0	7.3	0.0	0.0	1.0	7.3	5.1
0.7	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	2.0	18.0	2.3
13.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
13.1	0.7	2.0	0.7	0.0	1.3	0.0	0.0	1.0	1.3	6.6
12.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.6	0.0	2.5	1.0	3.1	5.3
13.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
6.2	0.3	2.0	0.3	9.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.5	14.3
12.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	7.8
13.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.7	7.3
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.8	1.0	2.0	1.8	6.4
11.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	3.5	3.0	3.5	6.1
13.1	0.7	2.0	0.7	0.0	1.5	0.0	0.0	1.0	1.5	6.4
12.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
12.5	0.7	2.0	0.7	0.0	1.2	0.0	0.0	1.0	1.2	7.3
8.5	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
12.6	0.7	2.0	0.7	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	6.4
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
13.8	0.7	2.0	0.7	0.0	1.0	1.4	0.0	1.0	2.4	4.8
12.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.8	1.0	1.8	6.8
360.90	19.04	60.00	19.04	9.00	20.23	2.23	28.42	19.00	50.88	218.22

La pérdida de tiempo operacional del scoop E9 durante el mes de febrero consideró un total de 50.88 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 28.42 horas y de 218.22 horas por demoras operativas.

b) Análisis de pérdida de tiempo: scoops 2.2 yd³ – marzo

✓ Periodo de marzo: scoop E7

Tabla 8. Pérdida de tiempo scoop E7, marzo

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E7 - MANTENIMIENTO

MES MARZO - SCOOP 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas parados operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
12.8	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
13.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
13.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
12.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
11.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
14.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
7.3	0.3	2.0	0.3	8.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	13.7
14.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
13.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
14.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
11.3	0.7	2.0	0.7	0.0	2.4	0.0	3.5	3.0	5.9	3.8
10.3	0.7	2.0	0.7	4.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	10.7
12.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
13.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
11.7	0.7	2.0	0.7	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4	6.9
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	7.8
7.9	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1
11.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8
7.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
6.1	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9
0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
0.9	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1
9.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.8	11.1
5.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.4	0.0	10.0	2.0	10.4	5.1
0.7	0.0	2.0	0.0	8.5	0.0	0.0	8.5	2.0	8.5	11.8
10.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.0	1.7	8.5
6.6	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	8.5	1.0	8.5	5.9
292.90	15.98	58.00	15.98	21.50	5.60	0.00	33.00	12.00	38.60	277.50

La pérdida de tiempo operacional del scoop E7 durante el mes de marzo consideró un total de 38.60 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 33.00 horas y de 277.50 horas por demoras operativas.

✓ Periodo de marzo: scoop E8

Tabla 9. Pérdida de tiempo scoop E8, marzo

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E8 - MANTENIMIENTO

MES MARZO - 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas paradas operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
12.2	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.8	8.0
14.4	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
14.5	0.7	2.0	0.9	0.0	0.7	1.1	0.0	2.0	1.8	4.7
9.6	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
9.8	0.7	2.0	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	1.0	0.2	11.1
9.0	0.3	2.0	0.4	8.5	1.0	0.0	0.0	2.0	1.0	11.0
8.8	0.7	2.0	0.9	0.0	1.6	0.0	1.3	1.0	2.9	9.4
9.4	0.7	2.0	0.9	0.0	1.7	0.0	0.0	2.0	1.7	9.9
5.2	0.3	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	11.5	2.0	11.5	4.3
12.7	0.7	2.0	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	1.0	0.2	8.1
10.3	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7
7.5	0.3	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
6.4	0.3	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6
12.1	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
13.9	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
12.7	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
13.7	0.7	2.0	0.9	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	6.9
12.5	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
12.0	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
12.5	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
10.7	0.7	2.0	0.9	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	9.5
5.2	0.3	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8
7.3	0.7	2.0	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.3	13.5
0.6	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4
9.9	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	10.6
8.1	0.7	2.0	0.9	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	2.0	10.9
13.7	0.7	2.0	0.9	0.0	1.4	0.0	0.0	2.0	1.4	5.9
13.4	0.7	2.0	0.9	0.0	0.3	0.5	0.0	1.0	0.8	6.8
12.3	0.7	2.0	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.3	8.5
300.40	16.83	58.00	22.08	8.50	9.74	1.60	15.08	19.00	26.42	282.18

La pérdida de tiempo operacional del scoop E8 durante el mes de marzo consideró un total de 26.42 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 15.08 horas y de 282.18 horas por demoras operativas.

✓ Periodo de marzo: scoop E9

Tabla 10. Pérdida de tiempo scoop E9, marzo

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E9 - MANTENIMIENTO

MES MARZO - SCOOP 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas paradas operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
13.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
4.8	0.3	2.0	0.3	8.5	0.0	0.0	2.5	3.0	2.5	13.7
15.2	0.7	2.0	0.7	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	4.3
6.9	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	8.5	1.0	8.5	5.6
12.6	0.7	2.0	0.7	0.0	3.3	0.0	1.8	1.0	5.1	3.3
13.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
14.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3
15.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
14.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
13.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
13.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
12.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7
13.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
10.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3
2.3	0.0	2.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	18.7
7.1	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9
13.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
12.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
12.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1
12.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8
9.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
6.6	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4
4.9	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1
10.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	10.4
13.7	0.7	2.0	0.7	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	6.2
14.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	1.0	0.2	6.7
13.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
13.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	7.4
12.0	0.7	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
330.80	16.83	58.00	17.00	17.00	6.87	0.00	12.83	7.00	19.70	258.50

La pérdida de tiempo operacional del scoop E9 durante el mes de marzo consideró un total de 19.70 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 12.83 horas y de 258.50 horas por demoras operativas.

- c) Análisis de pérdida de tiempo: scoops 2.2 yd³ – abril
- ✓ Periodo de abril: scoop E7

Tabla 11. Pérdida de tiempo scoop E7, abril

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E7 - MANTENIMIENTO

MES ABRIL - SCOOP 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas parados operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
12.7	0.7	2.0	1.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	8.1
9.9	0.7	2.0	0.5	0.0	0.2	0.0	4.8	2.0	5.0	6.2
13.5	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
13.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
6.9	0.3	2.0	0.4	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	5.6
13.3	0.7	2.0	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	7.5
14.1	0.7	2.0	0.6	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	5.8
12.9	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1
9.6	0.7	2.0	0.7	0.0	5.5	0.0	0.0	1.0	5.5	5.9
10.0	0.7	2.0	0.3	0.0	0.1	0.0	4.0	1.0	4.1	6.9
12.9	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1
13.0	0.7	2.0	1.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	7.9
11.3	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	2.5	1.0	2.5	7.2
0.8	0.0	2.0	0.0	8.5	0.0	0.0	8.5	1.0	17.0	3.2
5.1	0.3	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	8.5	1.0	8.5	7.4
3.3	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	1.0	9.5	8.2
10.6	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
12.4	0.7	2.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6
7.8	0.7	2.0	1.3	0.0	0.2	0.0	4.8	2.0	5.0	8.2
10.7	0.7	2.0	1.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	10.0
12.2	0.7	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8
10.1	0.7	2.0	1.8	0.0	0.3	0.3	0.0	1.0	0.6	10.3
6.4	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.0	2.3	12.3
3.1	0.3	2.0	1.2	0.0	0.2	0.2	0.0	1.0	0.4	17.5
7.7	0.7	2.0	1.6	0.0	0.0	2.5	0.0	1.0	2.5	10.8
11.2	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.8	9.1
12.5	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
11.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
13.7	0.7	2.0	0.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	6.3
12.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	0.6	8.0
14.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
319.60	18.33	62.00	29.15	17.00	8.40	4.00	46.25	16.00	75.65	255.75

La pérdida de tiempo operacional del scoop E7 durante el mes de abril consideró un total de 75.65 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 46.25 horas y de 255.75 horas por demoras operativas.

✓ Periodo de abril: scoop E8

Tabla 12. Pérdida de tiempo scoop E8, abril

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E8 - MANTENIMIENTO

MES ABRIL - 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas paradas operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
13.3	0.7	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
12.5	0.7	2.0	1.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	8.4
12.8	0.7	2.0	1.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	7.4
9.8	0.7	2.0	1.2	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	10.1
13.3	0.7	2.0	1.9	0.0	0.9	0.0	0.0	1.0	0.9	6.8
8.0	0.7	2.0	1.4	0.0	0.0	0.0	7.5	1.0	7.5	5.5
1.3	0.0	2.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	19.7
12.5	0.7	2.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
13.3	0.7	2.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
13.0	0.7	2.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
12.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	8.3
13.1	0.7	2.0	1.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	7.8
13.7	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
12.4	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6
13.0	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
13.2	0.7	2.0	1.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	7.7
9.9	0.7	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1
10.5	0.7	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.0	1.8	8.8
6.3	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7
10.9	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
12.1	0.7	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
12.2	0.7	2.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	8.6
6.0	0.7	2.0	0.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	14.3
4.9	0.3	2.0	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	1.0	0.2	15.9
10.0	0.7	2.0	1.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	10.7
5.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.2	6.2	0.0	1.0	6.4	8.8
8.0	0.7	2.0	0.5	0.0	1.6	0.0	6.5	2.0	8.1	4.9
3.5	0.7	2.0	0.5	0.0	1.5	0.0	13.2	3.0	14.7	2.8
7.2	0.3	2.0	0.3	8.5	0.3	0.0	0.0	2.0	0.3	13.5
12.3	0.7	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.8	1.0	1.8	6.9
13.1	0.7	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
320.40	19.00	62.00	30.53	17.00	8.26	6.17	30.75	14.00	45.18	285.42

La pérdida de tiempo operacional del scoop E8 durante el mes de abril consideró un total de 45.18 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 30.75 horas y de 285.42 horas por demoras operativas.

✓ Periodo de abril: scoop E9

Tabla 13. Pérdida de tiempo scoop E9, abril

PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP E9 - MANTENIMIENTO

MES ABRIL - SCOOP 2.2 YD3

HORAS HOROMETRO	INSPECCIÓN EQUIPO	Horas paradas operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
4.9	0.3	2.0	0.3	0.0	3.5	0.0	3.0	2.0	6.5	9.6
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
12.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3	7.8
11.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
13.7	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
12.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	8.9
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	7.3
13.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
6.8	0.3	2.0	0.3	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
12.4	0.7	2.0	0.7	0.0	1.4	0.0	0.0	1.0	1.4	7.2
13.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
7.2	0.3	2.0	0.3	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
13.1	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
12.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	6.5
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	8.0
2.9	0.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	15.0	1.0	15.0	3.1
0.6	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	17.0	3.4
7.6	0.7	2.0	0.7	0.0	4.7	0.0	1.2	2.0	5.8	7.6
12.2	0.7	2.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.5	8.3
12.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
12.4	0.7	2.0	0.7	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	7.5
10.1	0.7	2.0	0.7	0.0	1.9	0.0	0.0	2.0	1.9	9.1
2.4	0.7	2.0	0.7	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	1.1	17.5
9.8	0.7	2.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	11.1
9.8	0.7	2.0	0.7	0.0	1.4	3.5	0.0	2.0	5.0	6.2
11.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.1	0.0	1.3	2.0	1.4	8.3
12.5	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
12.6	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
13.9	0.7	2.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	7.0
13.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
318.20	18.00	62.00	18.36	17.00	15.20	4.52	39.83	17.00	59.55	273.25

La pérdida de tiempo operacional del scoop E9 durante el mes de abril consideró un total de 59.55 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 39.83 horas y de 273.25 horas por demoras operativas.

d) Resumen de análisis de pérdida de tiempo: scoops 2.2 yd³

El resumen de análisis de pérdida de tiempo en equipos de carguío scoops de 2.2 yd³ realizadas durante los periodos de febrero, marzo y abril considera los siguientes resultados.

Tabla 14. Resumen de pérdida de tiempo en scoop 2.2 yd³

RESUMEN PÉRDIDA DE TIEMPO SCOOP 2.2 YD3										
PERIODO: FEBRERO - MARZO - ABRIL										
PERIODO	EQUIPO	Horas parados operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	Total Parada de Equipo (hrs)	Demoras Operativas (hrs)
Febrero	E7-E8-E9	180.0	67.4	36.0	38.2	19.2	99.9	51.0	157.3	752.6
Marzo	E7-E8-E9	174.0	55.1	47.0	22.2	1.6	60.9	38.0	84.7	818.2
Abril	E7-E8-E9	186.0	78.0	51.0	31.9	14.7	116.8	47.0	180.4	814.4
Total	E7-E8-E9	540.00	200.50	134.00	92.31	35.53	277.59	136.00	422.43	2,385.17

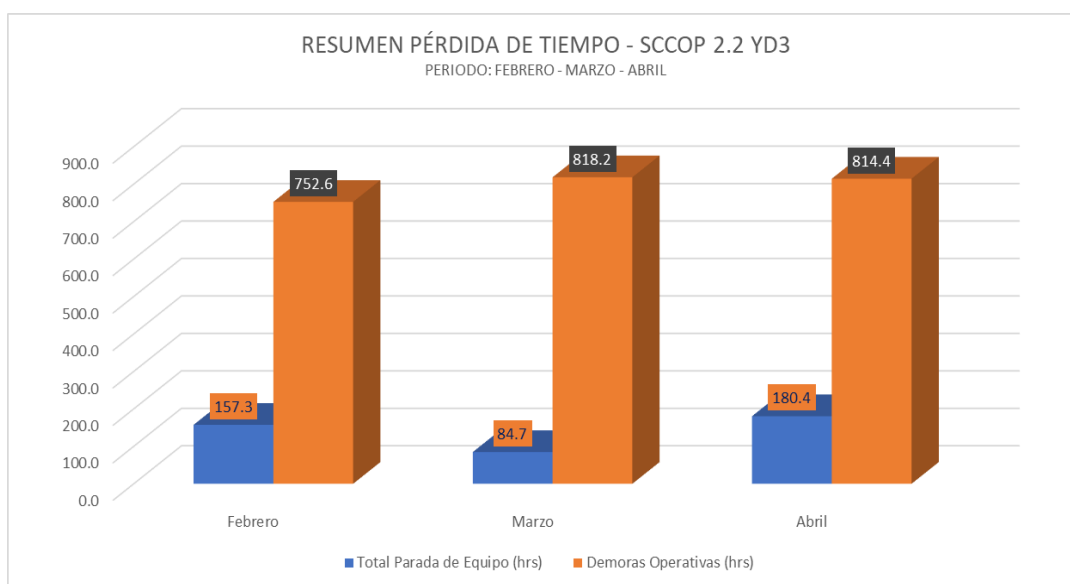


Figura 13. Resumen pérdida de tiempo, scoop 2.2 yd³

El estudio considera el análisis de la pérdida de tiempo en scoops de 2.2 yd³ considerando los siguientes resultados:

El total de paradas de equipo considera un total de 422.33 horas con un rango entre 84.7 y 180.4 horas, la actividad a tener en consideración son las paradas por mantenimiento correctivo, el cual considera un total de 92.31 horas el cual influye en el rendimiento de los equipos de carguío.

Asimismo, el total de horas por demoras operativas considera 2,385.17 horas, con un rango entre 752.6 y 818.2 horas, la actividad asociada a esta pérdida de tiempo operacional está asociado a las fallas mecánicas con 277.59 horas y un total de 136 número de fallas.

4.3 Análisis de rendimiento en scoops 2.2 yd³

Para entender el comportamiento de una adecuada gestión de equipos de carguío, se determinó el análisis de la utilización, disponibilidad y horas efectivas, durante los periodos febrero, marzo y abril, scoops E7, E8 y E9.

a) Análisis de rendimiento: scoops 2.2 yd³ - febrero

✓ Periodo de febrero: scoop E7

Tabla 15. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E7, febrero

RENDIMIENTO SCOOP E7 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS									
MES FEBRERO - SCOOPS 2.2 YD3									
Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
0.0	108.0	0.0	332.4	58.6	18	87%	63%	16.3	13.2
14.0	127.0	49.5	390.9	77.1	18	91%	61%	17.1	13.4
18.0	43.0	63.6	132.4	54.0	18	43%	35%	8.4	3.6
0.0	64.0	0.0	197.0	44.0	18	74%	47%	14.1	8.4
0.0	155.0	0.0	477.1	69.7	18	93%	75%	17.3	16.7
3.0	28.0	10.6	86.2	50.9	18	48%	14%	18.0	1.7
45.0	112.0	159.0	344.7	109.1	18	88%	56%	16.5	11.8
59.0	18.0	208.5	55.4	69.5	18	91%	46%	17.0	10.0
52.0	28.0	183.8	86.2	69.8	18	74%	39%	14.0	6.9
76.0	0.0	268.6	0.0	87.4	18	96%	41%	18.0	9.4
12.0	91.0	42.4	280.1	221.8	18	96%	22%	18.0	5.0
42.0	88.0	148.4	270.9	80.9	18	96%	61%	18.0	14.0
68.0	18.0	240.3	55.4	44.1	18	96%	74%	18.0	17.2
10.0	92.0	35.3	283.2	50.1	18	93%	72%	17.5	16.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	100%	2%	18.0	0.5
20.0	18.0	70.7	55.4	29.0	18	74%	49%	14.0	8.7
68.0	34.0	240.3	104.7	54.8	18	96%	70%	18.0	16.2
3.0	49.0	10.6	150.8	28.3	18	39%	32%	7.4	3.0
0.0	76.0	0.0	233.9	30.4	18	93%	68%	17.4	15.1
6.0	86.0	21.2	264.7	44.1	18	92%	67%	17.2	14.7
32.0	84.0	113.1	258.6	53.8	18	96%	75%	18.0	17.3
2.0	83.0	7.1	255.5	43.2	18	81%	66%	15.2	12.7
8.0	27.0	28.3	83.1	15.3	18	91%	41%	16.8	8.9
50.0	21.0	176.7	64.6	39.2	18	93%	68%	17.5	15.2
39.0	0.0	137.8	0.0	20.3	18	48%	40%	18.0	4.6
0.0	28.0	0.0	86.2	19.2	18	98%	25%	18.0	5.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	50%	0%	9.0	0.0
14.0	22.0	49.5	67.7	21.2	18	70%	62%	13.3	10.4
20.0	70.0	70.7	215.5	39.5	18	90%	80%	16.9	17.3
12.0	53.0	42.4	163.1	43.5	18	96%	58%	18.0	13.5
673.00	1623.00	2378.38	4995.59	52.29	540	83%	50%	481.0	311.3

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E7 considera un total de 481.0 considerando una disponibilidad del 83 % y una utilización 50 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 311.3 horas efectivas.

✓ Periodo de febrero: scoop E8

Tabla 16. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E8, febrero

RENDIMIENTO SCOOP E8 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS									
MES FEBRERO - SCOOPS 2.2 YD3									
Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
99.0	18.0	349.9	55.4	58.3	18	96%	77%	18.0	17.8
0.0	101.0	0.0	310.9	55.5	18	96%	62%	18.0	14.3
44.0	72.0	155.5	221.6	71.6	18	73%	58%	14.3	10.1
87.0	66.0	307.5	203.1	76.8	18	96%	74%	18.0	17.1
88.0	47.0	311.0	144.7	62.3	18	95%	81%	18.0	18.4
0.0	109.0	0.0	335.5	63.3	18	90%	58%	17.5	12.5
6.0	86.0	21.2	264.7	44.0	18	86%	66%	16.0	13.5
7.0	158.0	24.7	486.3	77.7	18	84%	72%	15.8	14.5
0.0	42.0	0.0	129.3	23.6	18	90%	62%	17.0	13.5
70.0	13.0	247.4	40.0	44.8	18	80%	71%	15.3	13.6
69.0	33.0	243.8	101.6	52.5	18	90%	72%	17.3	15.6
32.0	24.0	113.1	73.9	30.9	18	56%	69%	12.0	9.3
69.0	34.0	243.8	104.7	56.0	18	86%	69%	16.8	14.2
49.0	52.0	173.2	160.1	51.2	18	94%	72%	18.0	16.3
89.0	0.0	314.5	0.0	47.5	18	93%	73%	17.8	16.4
75.0	12.0	265.1	36.9	47.7	18	94%	70%	18.0	15.7
72.0	15.0	254.4	46.2	46.1	18	93%	73%	17.7	16.2
80.0	0.0	282.7	0.0	47.8	18	80%	66%	15.4	12.7
96.0	11.0	339.3	33.9	52.1	18	94%	79%	18.0	18.0
35.0	0.0	123.7	0.0	21.3	18	45%	38%	18.0	4.1
79.0	17.0	279.2	52.3	50.6	18	94%	73%	18.0	16.5
103.0	11.0	364.0	33.9	60.0	18	94%	72%	18.0	16.2
70.0	32.0	247.4	98.5	54.5	18	89%	69%	18.0	14.8
75.0	0.0	265.1	0.0	49.8	18	87%	58%	17.7	12.2
23.0	0.0	81.3	0.0	22.6	18	78%	52%	14.5	9.7
51.0	0.0	180.2	0.0	26.1	18	97%	45%	18.0	10.5
42.0	0.0	148.4	0.0	48.6	18	43%	36%	8.4	3.7
60.0	26.0	212.0	80.0	49.5	18	79%	66%	15.0	12.4
5.0	70.0	17.7	215.5	46.8	18	81%	47%	16.0	9.1
23.0	26.0	81.3	80.0	35.3	18	61%	52%	12.0	7.6
1598.00	1075.00	5647.33	3308.85	49.16	540	84%	64%	492.6	396.8

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E8 considera un total de 492.6 considerando una disponibilidad del 84% y una utilización 64%, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de ASARCO el cual considera 24 horas cronológicas sería de 396.8 horas efectivas.

✓ Periodo de febrero: scoop E9

Tabla 17. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E9, febrero

RENDIMIENTO SCOOP E9 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS									
MES FEBRERO - SCOOP 2.2 YD3									
Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
24.0	85.0	84.8	261.6	52.1	18	96%	74%	18.0	17.1
32.0	131.0	113.1	403.2	76.5	18	96%	75%	18.0	17.3
14.0	104.0	49.5	320.1	54.0	18	96%	77%	18.0	17.7
16.0	100.0	56.5	307.8	56.8	18	96%	71%	18.0	16.4
54.0	59.0	190.8	181.6	59.3	18	96%	69%	18.0	16.0
26.0	86.0	91.9	264.7	52.7	18	96%	76%	18.0	17.4
11.0	98.0	38.9	301.6	52.7	18	80%	71%	15.0	13.6
36.0	63.0	127.2	193.9	52.2	18	82%	68%	15.5	13.4
42.0	40.0	148.4	123.1	41.1	18	96%	73%	18.0	16.9
61.0	50.0	215.6	153.9	56.8	18	96%	72%	18.0	16.7
68.0	22.0	240.3	67.7	83.3	18	56%	48%	10.7	6.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	0%	4%	0.0	0.0
0.0	114.0	0.0	350.9	50.7	18	96%	77%	18.0	17.7
33.0	82.0	116.6	252.4	55.5	18	89%	73%	16.7	15.5
46.0	45.0	162.6	138.5	47.6	18	79%	70%	14.9	13.3
63.0	24.0	222.6	73.9	44.9	18	96%	73%	18.0	16.9
14.0	47.0	49.5	144.7	32.4	18	45%	34%	17.5	3.7
36.0	30.0	127.2	92.3	34.7	18	95%	72%	17.7	16.3
39.0	64.0	137.8	197.0	50.9	18	93%	72%	17.3	16.0
112.0	6.0	395.8	18.5	63.7	18	86%	71%	16.2	14.7
73.0	10.0	258.0	30.8	53.7	18	77%	63%	14.5	11.7
58.0	24.0	205.0	73.9	42.7	18	88%	73%	16.5	15.4
16.0	78.0	56.5	240.1	46.5	18	96%	70%	18.0	16.2
13.0	70.0	45.9	215.5	40.8	18	96%	71%	18.0	16.4
5.0	77.0	17.7	237.0	40.7	18	90%	69%	16.8	15.0
43.0	4.0	152.0	12.3	25.7	18	98%	47%	18.0	11.1
42.0	21.0	148.4	64.6	35.1	18	85%	70%	16.0	14.3
24.0	95.0	84.8	292.4	55.4	18	96%	76%	18.0	17.4
34.0	81.0	120.2	249.3	52.8	18	83%	77%	15.6	15.3
39.0	51.0	137.8	157.0	47.7	18	87%	69%	16.3	14.3
1074.00	1761.00	3795.52	5420.36	48.63	540	85%	67%	489.1	430.1

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E9 considera un total de 489.10 considerando una disponibilidad del 85 % y una utilización 67 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 430.10 horas efectivas.

b) Análisis de rendimiento: scoops 2.2 yd³ - marzo

✓ Periodo de marzo: scoop E7

Tabla 18. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E7, marzo

RENDIMIENTO SCOOP E7 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS

MES MARZO - SCOOPS 2.2 YD3

Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	%UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
0.0	56.0	0.0	172.4	25.0	18	98%	71%	18.0	16.7
43.0	14.0	152.0	43.1	28.7	18	96%	74%	18.0	17.2
38.0	58.0	134.3	178.5	47.4	18	96%	73%	18.0	16.9
37.0	69.0	130.8	212.4	54.2	18	96%	71%	18.0	16.3
10.0	60.0	35.3	184.7	40.4	18	96%	62%	18.0	14.2
44.0	107.0	155.5	329.3	68.6	18	96%	79%	18.0	18.2
38.0	37.0	134.3	113.9	35.5	18	48%	41%	18.0	4.7
70.0	84.0	247.4	258.6	69.2	18	96%	82%	18.0	18.8
17.0	69.0	60.1	212.4	40.3	18	96%	76%	18.0	17.4
37.0	68.0	130.8	209.3	50.6	18	96%	75%	18.0	17.3
46.0	0.0	162.6	0.0	22.9	18	96%	79%	18.0	18.3
1.0	96.0	3.5	295.5	53.7	18	61%	63%	12.1	9.2
0.0	110.0	0.0	338.6	64.0	18	70%	57%	18.0	9.5
13.0	68.0	45.9	209.3	41.2	18	96%	69%	18.0	15.9
11.0	74.0	38.9	227.8	40.2	18	96%	76%	18.0	17.4
37.0	43.0	130.8	132.4	38.5	18	96%	76%	18.0	17.5
9.0	45.0	31.8	138.5	30.1	18	82%	65%	15.6	12.8
25.0	28.0	88.4	86.2	27.4	18	94%	71%	17.6	16.0
21.0	2.0	74.2	6.2	11.8	18	98%	44%	18.0	10.3
12.0	32.0	42.4	98.5	25.8	18	96%	62%	18.0	14.3
47.0	13.0	166.1	40.0	45.9	18	96%	42%	18.0	9.6
6.0	27.0	21.2	83.1	17.1	18	98%	34%	18.0	8.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	100%	0%	18.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	100%	5%	18.0	1.2
0.0	89.0	0.0	273.9	54.9	18	91%	51%	17.2	11.1
0.0	30.0	0.0	92.3	25.0	18	35%	31%	7.6	2.6
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	0%	4%	9.5	0.0
12.0	45.0	42.4	138.5	33.3	18	86%	60%	16.3	12.4
0.0	62.0	0.0	190.8	28.9	18	48%	37%	9.5	4.2
574.00	1386.00	2028.52	4266.11	35.19	522	85%	56%	483.4	347.9

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E7 considera un total de 483.4 considerando una disponibilidad del 85 % y una utilización 56 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 347.9 horas efectivas.

✓ Periodo de marzo: scoop E8

Tabla 19. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E8, marzo

RENDIMIENTO SCOOP E8 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS

MES MARZO - SCOOPS 2.2 YD3

Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
37.0	100.0	130.8	307.8	69.1	18	90%	68%	17.2	14.6
15.0	97.0	53.0	298.6	48.2	18	95%	80%	18.0	18.2
17.0	116.0	60.1	357.0	57.2	18	84%	81%	16.2	16.3
15.0	110.0	53.0	338.6	86.6	18	95%	53%	18.0	12.1
7.0	84.0	24.7	258.6	57.3	18	94%	54%	17.9	12.3
0.0	65.0	0.0	200.1	32.8	18	42%	50%	17.0	5.0
0.0	110.0	0.0	338.6	76.5	18	78%	49%	15.2	9.2
0.0	111.0	0.0	341.7	63.1	18	85%	52%	16.3	10.6
0.0	40.0	0.0	123.1	23.7	18	30%	29%	6.5	2.1
0.0	135.0	0.0	415.5	65.4	18	94%	71%	17.8	15.9
32.0	0.0	113.1	0.0	21.4	18	95%	57%	18.0	13.0
5.0	32.0	17.7	98.5	18.4	18	97%	42%	18.0	9.7
16.0	28.0	56.5	86.2	22.3	18	97%	36%	18.0	8.3
20.0	55.0	70.7	169.3	38.2	18	95%	67%	18.0	15.3
2.0	90.0	7.1	277.0	44.1	18	95%	77%	18.0	17.6
58.0	80.0	205.0	246.2	70.9	18	95%	71%	18.0	16.1
36.0	57.0	127.2	175.4	44.3	18	93%	76%	17.6	16.9
30.0	86.0	106.0	264.7	58.4	18	95%	69%	18.0	15.8
17.0	90.0	60.1	277.0	56.7	18	95%	67%	18.0	15.2
10.0	92.0	35.3	283.2	51.9	18	95%	69%	18.0	15.8
0.0	84.0	0.0	258.6	37.7	18	90%	59%	17.2	12.9
0.0	94.0	0.0	289.3	55.6	18	97%	29%	18.0	6.8
0.0	75.0	0.0	230.9	63.5	18	93%	41%	17.8	9.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	100%	3%	18.0	0.8
4.0	73.0	14.1	224.7	40.8	18	92%	55%	17.5	12.1
0.0	32.0	0.0	98.5	25.2	18	83%	45%	16.0	9.0
65.0	23.0	229.7	70.8	43.8	18	87%	76%	16.6	15.8
8.0	109.0	28.3	335.5	53.0	18	90%	74%	17.3	16.2
0.0	101.0	0.0	310.9	48.5	18	93%	68%	17.8	15.3
394.00	2169.00	1392.40	6676.18	47.40	522	88%	58%	495.6	358.0

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E8 considera un total de 495.6 considerando una disponibilidad del 88 % y una utilización 58 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 358.0 horas efectivas.

✓ Periodo de marzo: scoop E9

Tabla 20. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E9, marzo

RENDIMIENTO SCOOP E9 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS

MES FEBRERO - SCOOP 2.2 YD3

Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
27.0	58.0	95.4	178.5	40.8	18	96%	74%	18.0	17.2
17.0	12.0	60.1	36.9	22.6	18	33%	27%	15.5	2.1
38.0	36.0	134.3	110.8	32.5	18	87%	84%	16.5	17.7
37.0	13.0	130.8	40.0	27.1	18	48%	38%	9.5	4.4
2.0	124.0	7.1	381.7	61.2	18	66%	70%	12.9	11.1
71.0	58.0	250.9	178.5	62.5	18	96%	77%	18.0	17.7
44.0	40.0	155.5	123.1	37.8	18	96%	82%	18.0	18.8
61.0	63.0	215.6	193.9	55.1	18	96%	83%	18.0	19.2
19.0	81.0	67.1	249.3	44.9	18	96%	78%	18.0	18.0
14.0	52.0	49.5	160.1	31.5	18	96%	74%	18.0	17.0
57.0	14.0	201.4	43.1	37.2	18	96%	74%	18.0	17.0
61.0	49.0	215.6	150.8	59.7	18	96%	68%	18.0	15.7
23.0	74.0	81.3	227.8	45.9	18	96%	77%	18.0	17.7
39.0	28.0	137.8	86.2	40.7	18	96%	59%	18.0	13.7
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	50%	13%	18.0	1.5
41.0	2.0	144.9	6.2	24.4	18	98%	39%	18.0	9.3
49.0	77.0	173.2	237.0	62.1	18	96%	73%	18.0	16.9
69.0	51.0	243.8	157.0	64.3	18	96%	69%	18.0	16.0
75.0	85.0	265.1	261.6	82.4	18	96%	72%	18.0	16.5
75.0	65.0	265.1	200.1	76.2	18	96%	68%	18.0	15.6
33.0	44.0	116.6	135.4	55.6	18	96%	50%	18.0	11.5
76.0	13.0	268.6	40.0	46.8	18	98%	37%	18.0	8.6
48.0	13.0	169.6	40.0	42.8	18	98%	27%	18.0	6.4
24.0	89.0	84.8	273.9	69.0	18	94%	57%	17.7	12.9
25.0	63.0	88.4	193.9	41.1	18	90%	76%	16.9	16.4
42.0	95.0	148.4	292.4	61.5	18	95%	78%	17.8	17.9
58.0	35.0	205.0	107.7	47.2	18	96%	72%	18.0	16.6
22.0	78.0	77.7	240.1	48.9	18	93%	73%	17.5	16.3
130.0	0.0	459.4	0.0	76.9	18	98%	67%	18.0	15.7
1277.00	1412.00	4512.92	4346.14	48.24	522	89%	63%	502.3	405.4

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E9 considera un total de 502.3 considerando una disponibilidad del 89 % y una utilización 63 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 405.4 horas efectivas.

c) Análisis de rendimiento: scoops 2.2 yd³ - abril

✓ Periodo de abril: scoop E7

Tabla 21. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E7, abril

RENDIMIENTO SCOOP E7 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS

MES ABRIL - SCOOPS 2.2 YD3

Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
12.0	78.0	42.4	240.1	43.9	18	91%	70.56%	17.8	15.4
0.0	82.0	0.0	252.4	41.8	18	68%	55.00%	13.1	9.0
35.0	73.0	123.7	224.7	51.3	18	95%	75.00%	18.0	17.1
20.0	82.0	70.7	252.4	46.4	18	96%	77.22%	18.0	17.8
29.0	21.0	102.5	64.6	24.9	18	48%	38.33%	9.5	4.4
53.0	66.0	187.3	203.1	58.6	18	93%	73.89%	17.8	16.6
54.0	82.0	190.8	252.4	63.0	18	90%	78.33%	16.9	16.9
61.0	39.0	215.6	120.0	52.6	18	92%	71.67%	18.0	15.9
32.0	46.0	113.1	141.6	53.8	18	64%	53.33%	12.5	8.1
46.0	14.0	162.6	43.1	41.3	18	74%	55.56%	13.9	9.9
11.0	69.0	38.9	212.4	38.9	18	92%	71.67%	18.0	15.8
0.0	62.0	0.0	190.8	29.5	18	92%	72.22%	17.9	16.0
0.0	100.0	0.0	307.8	57.2	18	80%	62.78%	15.5	12.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	0%	4.44%	1.0	0.0
6.0	12.0	21.2	36.9	11.4	18	44%	28.33%	9.5	3.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	44%	18.33%	8.5	1.9
17.0	70.0	60.1	215.5	53.9	18	93%	58.89%	18.0	13.1
0.0	102.0	0.0	314.0	50.2	18	91%	68.89%	18.0	15.0
1.0	43.0	3.5	132.4	38.8	18	63%	43.33%	13.0	6.6
30.0	37.0	106.0	113.9	38.1	18	90%	59.44%	17.7	12.8
37.0	46.0	130.8	141.6	44.6	18	93%	67.78%	18.0	15.1
45.0	8.0	159.0	24.6	36.6	18	86%	56.11%	17.4	11.6
1.0	32.0	3.5	98.5	29.3	18	80%	35.56%	15.7	6.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	91%	17.22%	17.6	3.8
0.0	53.0	0.0	163.1	45.5	18	76%	42.78%	15.5	7.8
32.0	20.0	113.1	61.6	30.5	18	88%	62.22%	17.3	13.1
56.0	45.0	197.9	138.5	54.0	18	94%	69.44%	18.0	15.7
11.0	88.0	38.9	270.9	53.0	18	96%	63.89%	18.0	14.7
0.0	99.0	0.0	304.7	43.7	18	91%	76.11%	17.0	16.5
9.0	122.0	31.8	375.5	65.6	18	93%	68.89%	17.4	15.3
36.0	80.0	127.2	246.2	53.5	18	96%	78.33%	18.0	18.0
634.00	1671.00	2240.56	5143.34	40.39	558	80%	57%	482.4	365.9

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E7 considera un total de 482.4 considerando una disponibilidad del 80 % y una utilización 57 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 365.9 horas efectivas.

✓ Periodo de abril: scoop E8

Tabla 22. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E8, abril

RENDIMIENTO SCOOP E8 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS

MES ABRIL - SCOOPS 2.2 YD3

Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
0.0	133.0	0.0	409.4	61.2	18	95%	74%	18.0	16.8
30.0	96.0	106.0	295.5	62.7	18	91%	69%	17.9	15.2
26.0	78.0	91.9	240.1	53.1	18	84%	71%	17.2	14.4
15.0	34.0	53.0	104.7	33.1	18	87%	54%	16.9	11.3
33.0	100.0	116.6	307.8	62.2	18	84%	74%	17.1	14.8
43.0	32.0	152.0	98.5	55.0	18	48%	44%	10.5	5.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	50%	7%	18.0	0.9
36.0	125.0	127.2	384.8	81.6	18	94%	69%	18.0	15.6
51.0	26.0	180.2	80.0	39.1	18	89%	74%	18.0	15.7
28.0	87.0	99.0	267.8	56.4	18	87%	72%	18.0	15.1
54.0	22.0	190.8	67.7	41.8	18	95%	69%	17.8	15.8
44.0	59.0	155.5	181.6	51.4	18	93%	73%	17.9	16.2
74.0	12.0	261.5	36.9	43.4	18	94%	76%	18.0	17.2
13.0	80.0	45.9	246.2	48.0	18	93%	69%	18.0	15.3
50.0	66.0	176.7	203.1	58.5	18	95%	72%	18.0	16.5
36.0	67.0	127.2	206.2	50.6	18	92%	73%	17.9	16.2
40.0	39.0	141.4	120.0	49.3	18	99%	55%	18.0	13.0
73.0	18.0	258.0	55.4	58.7	18	84%	58%	16.3	11.7
0.0	68.0	0.0	209.3	37.4	18	99%	35%	18.0	8.3
0.0	125.0	0.0	384.8	71.5	18	93%	61%	18.0	13.5
0.0	154.0	0.0	474.0	78.5	18	96%	67%	18.0	15.4
0.0	141.0	0.0	434.0	71.1	18	94%	68%	17.8	15.4
0.0	40.0	0.0	123.1	41.1	18	92%	33%	17.3	7.4
0.0	67.0	0.0	206.2	43.0	18	94%	27%	17.8	6.1
0.0	86.0	0.0	264.7	40.1	18	92%	56%	17.7	12.3
0.0	44.0	0.0	135.4	46.6	18	59%	32%	11.6	4.5
8.0	61.0	28.3	187.8	68.0	18	49%	44%	9.9	5.3
2.0	21.0	7.1	64.6	39.6	18	11%	19%	3.3	0.5
30.0	24.0	106.0	73.9	26.1	18	47%	40%	17.7	4.5
77.0	40.0	272.1	123.1	64.8	18	86%	68%	16.2	14.2
63.0	50.0	222.6	153.9	57.6	18	93%	73%	18.0	16.2
826.00	1995.00	2919.08	6140.61	51.34	558	82%	57%	512.8	370.2

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E8 considera un total de 512.8 considerando una disponibilidad del 82 % y una utilización 57 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 370.2 horas efectivas.

✓ Periodo de abril: scoop E9

Tabla 23. Utilización, disponibilidad y horas efectivas scoop E9, abril

RENDIMIENTO SCOOP E9 - UTILIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y HORAS EFECTIVAS

MES ABRIL - SCOOP 2.2 YD3

Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
27.0	58.0	95.4	178.5	22.6	18	60%	27%	11.5	3.9
17.0	12.0	60.1	36.9	14.3	18	96%	76%	18.0	17.4
38.0	36.0	134.3	110.8	37.9	18	94%	72%	17.7	16.2
37.0	13.0	130.8	40.0	27.1	18	96%	65%	18.0	15.0
2.0	124.0	7.1	381.7	56.4	18	96%	76%	18.0	17.5
71.0	58.0	250.9	178.5	71.9	18	95%	67%	17.9	15.3
44.0	40.0	155.5	123.1	42.2	18	95%	76%	17.9	17.3
61.0	63.0	215.6	193.9	61.5	18	96%	75%	18.0	17.3
19.0	81.0	67.1	249.3	642.0	18	48%	38%	18.0	4.4
14.0	52.0	49.5	160.1	33.8	18	88%	69%	16.7	14.6
57.0	14.0	201.4	43.1	36.1	18	96%	76%	18.0	17.4
61.0	49.0	215.6	150.8	0.0	18	100%	0%	18.0	0.0
23.0	74.0	81.3	227.8	439.2	18	48%	40%	18.0	4.6
39.0	28.0	137.8	86.2	34.3	18	96%	73%	18.0	16.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	84%	69%	16.0	14.0
41.0	2.0	144.9	6.2	24.4	18	95%	71%	17.8	16.2
49.0	77.0	173.2	237.0	62.2	18	10%	16%	3.0	0.4
69.0	51.0	243.8	157.0	336.9	18	0%	3%	1.0	0.0
75.0	85.0	265.1	261.6	147.7	18	62%	42%	12.2	6.2
75.0	65.0	265.1	200.1	76.0	18	93%	68%	17.5	15.1
33.0	44.0	116.6	135.4	38.2	18	96%	71%	18.0	16.4
76.0	13.0	268.6	40.0	47.5	18	90%	69%	16.9	14.8
48.0	13.0	169.6	40.0	56.7	18	85%	56%	16.2	11.5
24.0	89.0	84.8	273.9	519.9	18	90%	13%	16.9	2.9
25.0	63.0	88.4	193.9	58.1	18	95%	54%	17.9	12.5
42.0	95.0	148.4	292.4	105.2	18	67%	54%	13.1	8.7
58.0	35.0	205.0	107.7	58.7	18	88%	63%	16.6	13.2
58.0	35.0	205.0	107.7	51.4	18	96%	69%	18.0	16.0
58.0	35.0	205.0	107.7	50.8	18	96%	70%	18.0	16.1
22.0	78.0	77.7	240.1	45.6	18	95%	77%	17.9	17.7
130.0	0.0	459.4	0.0	70.8	18	96%	72%	18.0	16.6
1393.00	1482.00	4922.86	4561.60	105.46	558	82%	57%	498.5	375.9

Las horas efectivas de los equipos de carguío o limpieza scoop E9 considera un total de 498.5 considerando una disponibilidad del 82 % y una utilización 57 %, estos resultados consideran 18 horas diarias. Pero si se considera de acuerdo a la metodología de Asarco el cual considera 24 horas cronológicas sería de 375.9 horas efectivas.

d) Resumen de análisis de rendimiento de scoops 2.2 yd³

El resumen del análisis del rendimiento en equipos de carguío scoops de 2.2 yd³ realizadas durante los periodos de febrero, marzo y abril considera los siguientes resultados.

Tabla 24. Resumen de rendimiento en scoop 2.2 yd³

RESUMEN DE RENDIMIENTO SCOOP 2.2 YD3												
PERIODO: FEBRERO - MARZO - ABRIL												
PERIODO	EQUIPO	Número cucharas mineral	Número cucharas desmante	ton. mineral	ton. desmante	ton/hr	HORAS PROG.	% DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS DISPONIBLES (HRS)	HORAS REALES - ASARCO	DIFERENCIA
Febrero	E7-E8-E9	3,345.00	4,459.00	11,821.23	13,724.80	150.08	1,620.00	84%	61%	1,462.67	1,138.14	324.53
Marzo	E7-E8-E9	2,245.00	4,967.00	7,933.83	15,288.43	130.83	1,566.00	87%	59%	1,481.28	1,111.39	369.89
Abril	E7-E8-E9	2,853.00	5,148.00	10,082.50	15,845.54	197.19	1,674.00	82%	57%	1,493.62	1,112.02	381.60
Total	E7-E8-E9	8,443.00	14,574.00	29,837.56	44,858.77	478.10	4,860.00	84%	59%	4,437.57	3,361.54	1,076.03
										Deficit	422.43	

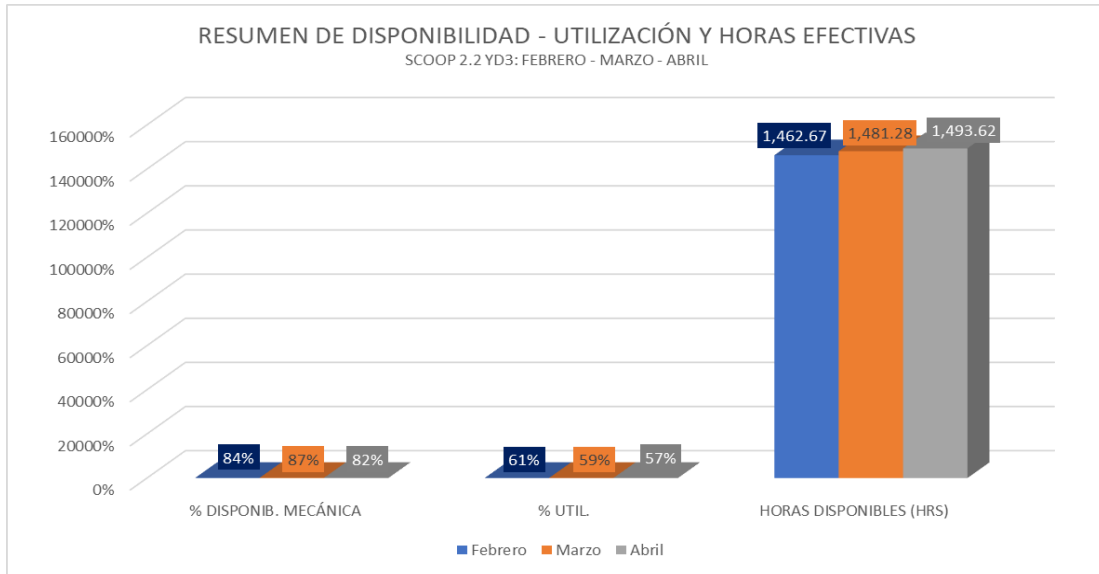


Figura 14. Resumen disponibilidad, utilización y horas efectivas, scoop 2.2 yd³

El análisis de rendimiento de los scoops de 2.2 yd³ tiene en cuenta una disponibilidad promedio de 84 % considerando un rango de 82 a 87 %, en el caso de la utilización promedio fue de 59 % y un rango entre 57 a 61 %. Los indicadores de disponibilidad y utilización consideraron un menor uso de los scoops en los diferentes frentes de operación con un total de 4,437.57 horas efectivas, siendo el programado de 4,860 horas, generando un déficit de 422.43 horas. Este menor uso de los equipos de carguío o limpieza, generaron un menor rendimiento por lo que sus costos operacionales se incrementan.

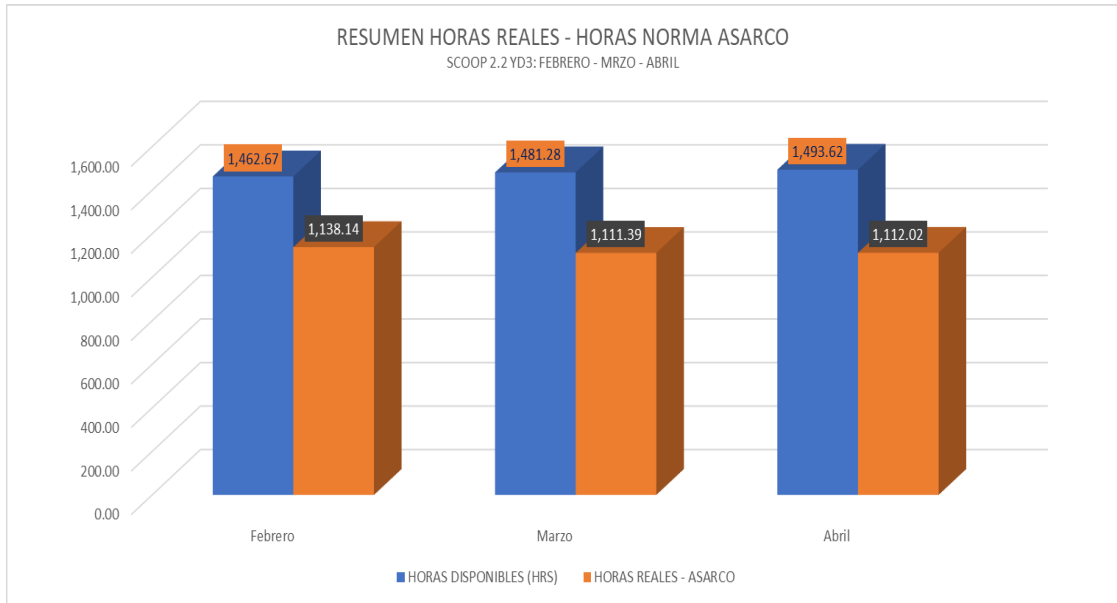


Figura 15. Resumen horas reales y horas de ASARCO, scoop 2.2 yd3

De acuerdo a lo analizado con las horas efectivas obtenidas durante el periodo de febrero a abril en los scoops de 2.2 yd³, fueron de 4,437.57 horas considerando el análisis como 18 horas cronológicas, pero realizando un análisis mediante la metodología de Asarco, el cual considera 24 horas cronológicas las horas efectivas fueron de 3,361.54 horas, generando un incremento de horas en 1,076.03 horas, por lo que las liquidaciones realizadas tienen una componente irreal, ya que los equipos fueron diseñados y construidos para ser analizados durante las 24 horas, maximizando su rendimiento operacional.

4.4 Análisis de pérdida de tiempo en dumpers 6 t

Para entender el comportamiento de una adecuada gestión de equipos de acarreo se determinó el análisis de la pérdida de tiempo en dumpers D6, D7 y D8, durante los periodos de febrero, marzo y abril.

a) Análisis de pérdida de tiempo, febrero a abril: dumper 6 t

El resumen de pérdida de tiempo analizados en equipos de acarreo, dumpers de 6 t durante los periodos de febrero a abril, considera el total de paradas de equipo (mantenimiento) y las demoras operativas (operación).

Tabla 25. Pérdida de tiempo, periodo febrero a abril, dumper 6 t

PÉRDIDA DE TIEMPO: DUMPER 6 TON										
PERIODO: FEBRERO A ABRIL										
PERIODO	EQUIPO	Horas parados operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	TOTAL PARADA DE EQUIPO	DEMORAS OPERATIVAS
Febrero	D6	60.0	18.9	33.6	14.2	1.5	1.4	14.0	17.1	255.2
Febrero	D7	60.0	33.5	9.0	6.6	1.4	9.6	13.0	17.6	252.2
Febrero	D8	59.0	40.9	27.0	4.6	0.0	11.1	10.0	15.7	251.6
Marzo	D6	58.0	17.0	23.0	12.6	1.2	13.8	15.0	27.7	264.8
Marzo	D7	58.0	16.7	17.0	4.8	0.0	10.6	10.0	15.3	299.5
Marzo	D8	58.0	17.7	19.0	5.1	0.4	30.5	20.0	36.0	256.3
Abril	D6	62.0	16.9	25.5	7.5	0.3	4.8	8.0	12.7	334.6
Abril	D7	62.0	19.5	21.5	2.9	0.0	4.5	9.0	7.4	304.8
Abril	D8	62.0	19.9	21.0	11.6	2.8	0.8	11.0	15.2	310.1
Total	D6-D7-D8	539.00	200.87	196.58	69.84	7.65	87.20	110.00	164.69	2,529.03

La pérdida de tiempo operacional en los dumpers D6, D7 y D8 durante los meses de febrero a abril consideró un total de 164.69 horas por parada de equipo, asociando un total de fallas mecánicas de 87.20 horas y de 2,529.03 horas por demoras operativas. El total de pérdida de tiempo por demoras operativas es un indicador operacional que afecta directamente en el rendimiento de los equipos de acarreo, dumpers de 6 ton., por lo que el cumplimiento del plan de minado programado durante el último periodo de operación de la unidad minera fue menor al programado.

b) Resumen de análisis de pérdida de tiempo: dumper 6 t

El resumen de análisis de pérdida de tiempo en equipos de acarreo, dumpers 6 t, realizadas durante los periodos de febrero, marzo y abril considera los siguientes resultados.

Tabla 26. Resumen de pérdida de tiempo en dumpers 6 t

RESUMEN PÉRDIDA DE TIEMPO DUMPER 6 TON										
PERIODO: FEBRERO - MARZO - ABRIL										
PERIODO	EQUIPO	Horas parados operativas (refrigerio)	MANTTO PREV	MANTTO PROG	MANTTO CORRECTIVOS	FALLAS ELECTRICAS	FALLAS MECANICOS	# FALLAS	Total Parada de Equipo (hrs)	Demoras Operativas (hrs)
Febrero	D6-D7-D8	179.0	93.3	69.6	25.4	2.9	22.1	37.0	50.4	759.0
Marzo	D6-D7-D8	174.0	51.3	59.0	22.5	1.6	54.9	45.0	79.0	820.6
Abril	D6-D7-D8	186.0	56.2	68.0	22.0	3.1	10.2	28.0	35.3	949.4
Total	D6-D7-D8	539.00	200.87	196.58	69.84	7.65	87.20	110.00	164.69	2,529.03

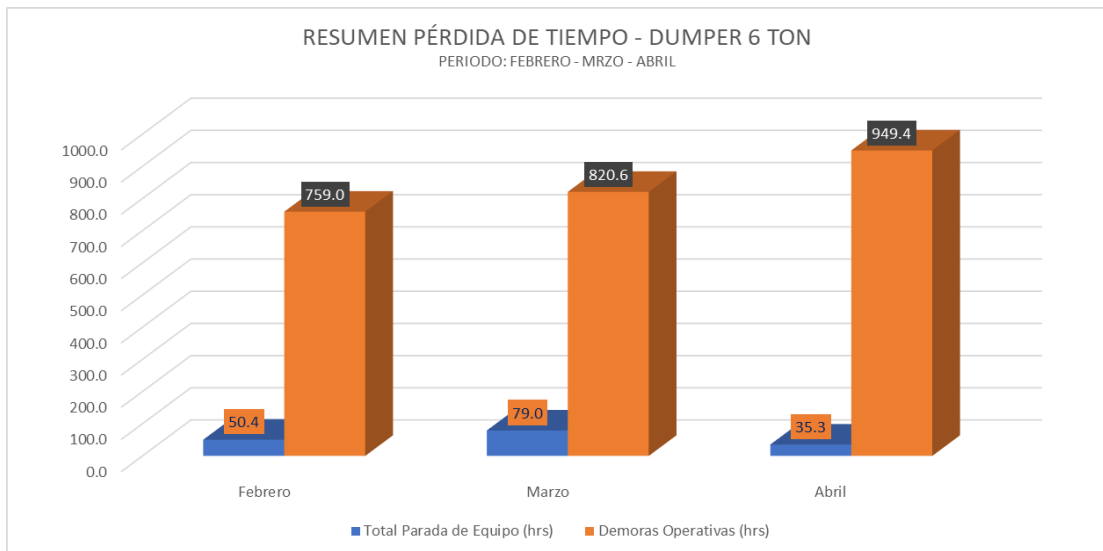


Figura 16. Resumen pérdida de tiempo, dumper 6 t

El total de paradas de equipo de acarreo considera un total de 164.69 horas con un rango entre 35.3 y 79.0 horas, la actividad a tener en consideración son las paradas por mantenimiento correctivo, el cual considera un total de 69.84 horas, el cual influye en el rendimiento de los equipos de acarreo.

Asimismo, el total de horas por demoras operativas considera un total de 2,529.03 horas, con un rango entre 759.0 y 949.4 horas, la actividad asociada a esta pérdida de tiempo operacional está asociado a las fallas mecánicas con 87.20 horas y un total de 110 número de fallas, durante el periodo de estudio, estos resultados son relacionados con los indicadores de rendimiento como utilización, disponibilidad y horas efectivas.

4.5 Análisis de rendimiento en dumpers 6 t

Para entender el comportamiento de una adecuada gestión de equipos de acarreo, se determinó el análisis de la utilización, disponibilidad y horas efectivas, durante los periodos febrero, marzo y abril, dumpers D6, D7 y D8.

a) Análisis del rendimiento, periodo febrero a abril: dumper 6 t

Tabla 27. Rendimiento, periodo febrero a abril, dumper 6 t

RESUMEN DE RENDIMIENTO DUMPER 6 TON											
PERIODO: FEBRERO A ABRIL											
PERIODO	EQUIPO	Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	DISPONIB. MECÁNICA	% UTIL.	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS TOT REALES ESTUDIO
Febrero	D6	783.00	273.00	2767.12	840.29	18.87	540	87%	66%	522.9	433.5
Febrero	D7	894.00	191.00	3159.40	587.90	20.01	540	89%	67%	522.4	428.9
Febrero	D8	853.00	245.00	3014.50	754.11	20.29	540	85%	67%	524.3	415.8
Marzo	D6	679.00	236.00	2399.59	726.41	16.96	522	87%	61%	494.4	375.6
Marzo	D7	675.00	187.00	2385.45	575.59	17.01	522	90%	56%	506.7	358.6
Marzo	D8	841.00	166.00	2972.09	510.95	19.90	522	85%	61%	486.0	379.7
Abril	D6	583.00	295.00	2060.32	908.01	15.82	558	90%	54%	545.4	377.1
Abril	D7	627.00	379.00	2215.82	1166.56	17.59	558	91%	61%	550.6	416.4
Abril	D8	593.00	377.00	2095.66	1160.41	18.22	558	89%	58%	542.8	396.0
Total	D6-D7-D8	6,528	2,349	23,069.95	7,230.22	18.30	4,860.00	88%	61%	4,695.31	3,581.65

El análisis de rendimiento de los equipos de acarreo, dumpers D6, D7 y D8 durante los meses de febrero a abril consideró una disponibilidad mecánica promedio de 88 % y una utilización del 61 %, generando un total de 4,695.31 horas efectivas. La menor utilización generada durante el último periodo de estudio consideró un menor tonelaje acarreado y por lo tanto un no cumplimiento del plan de minado de la unidad minera.

b) Resumen de rendimiento, periodo febrero a abril: dumper 6 t

El resumen de análisis de rendimiento en equipos de acarreo, dumpers 6 ton., realizadas durante los periodos de febrero, marzo y abril considera los siguientes resultados.

Tabla 28. Resumen de rendimiento en dumper 6 t

RESUMEN DE RENDIMIENTO DUMPER 6 TON												
PERIODO: FEBRERO - MARZO - ABRIL												
PERIODO	EQUIPO	Número cucharas mineral	Número cucharas desmonte	ton. mineral	ton. desmonte	ton/hr	HORAS PROG.	%DISPONIB. MECÁNICA	%UTILIZACIÓN	HORAS DISPONIBLES (HRS)	HORAS REALES - ASARCO	DIFERENCIA
Febrero	D6-D7-D8	2,530.00	709.00	8,941.02	2,182.30	19.72	1,620.00	87%	67%	1,569.59	1,278.19	291.40
Marzo	D6-D7-D8	2,195.00	589.00	7,757.13	1,812.94	17.96	1,566.00	87%	59%	1,487.00	1,114.00	373.00
Abril	D6-D7-D8	1,803.00	1,051.00	6,371.80	3,234.98	17.21	1,674.00	90%	58%	1,638.72	1,189.46	449.26
Total	D6-D7-D8	6,528.00	2,349.00	23,069.95	7,230.22	18.30	4,860.00	88%	61%	4,695.31	3,581.65	1,113.66
										Deficit	164.69	

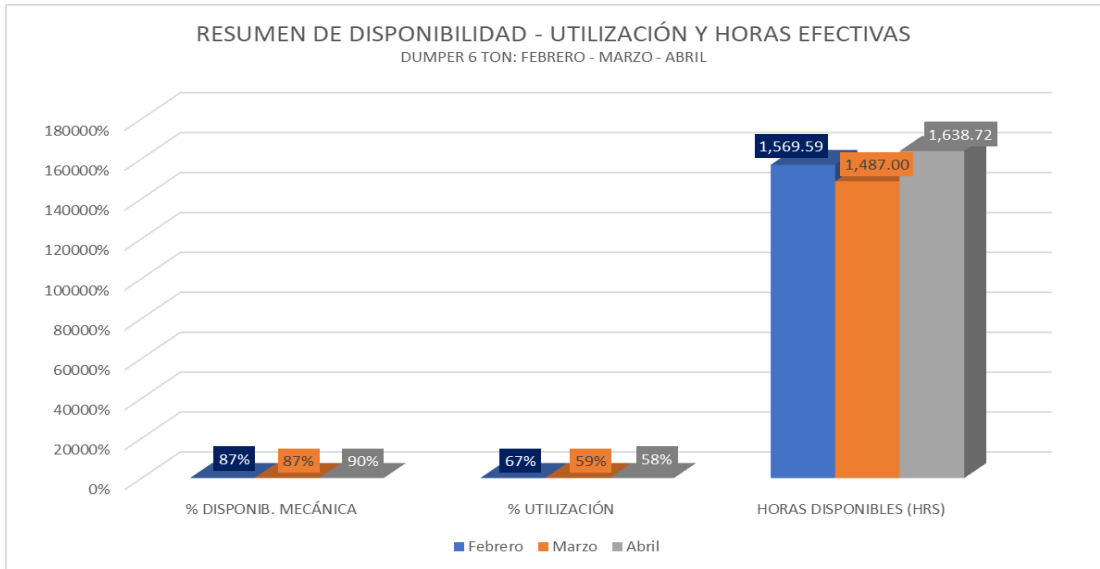


Figura 17. Resumen de rendimiento, dumper 6 t

El análisis de rendimiento de los dumpers de 6 t tiene en cuenta una disponibilidad promedio de 88 % considerando un rango de 87 a 90 %, en el caso de la utilización promedio fue de 61 % con un rango entre 58 a 67 %. Los indicadores de disponibilidad y utilización consideraron un menor uso de los dumpers en los diferentes frentes de operación con un total de 4,695.31 horas efectivas, siendo el programado de 4,860 horas, generando un déficit de 164.69 horas. Este menor uso de los equipos de acarreo genera un menor tonelaje transportado por lo que el rendimiento de los equipos disminuye y sus costos operacionales se incrementan.

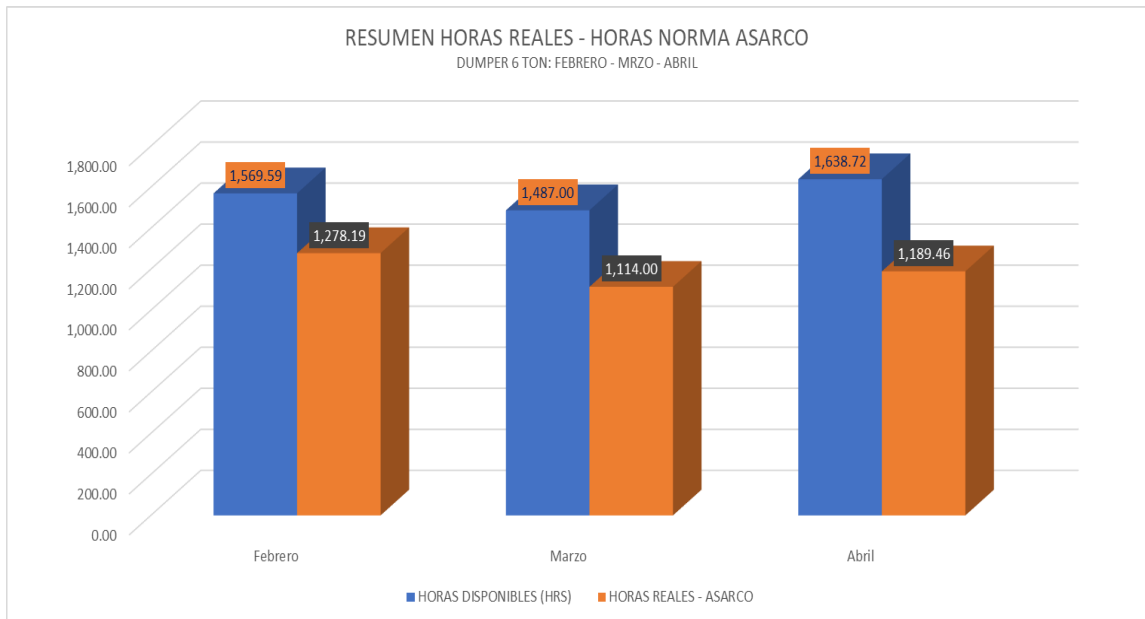


Figura 18. Resumen horas reales y horas de Asarco, dumper 6

De acuerdo a lo analizado con las horas efectivas obtenidas durante el periodo de febrero a abril en los dumpers de 6 t que fueron de 4,695.31 horas considerando el análisis como 18 horas

cronológicas, pero realizando un análisis mediante la metodología de Asarco considerando 24 horas cronológicas, las horas efectivas fueron de 3,581.65 horas, generando un incremento de horas en 1,113.66 horas, por lo que las liquidaciones realizadas tienen una componente irreal, ya que los equipos fueron diseñados y construidos para ser analizados durante las 24 horas, maximizando su rendimiento operacional.

Finalmente, el análisis en los scoops 2.2 yd³ durante el periodo de estudio de febrero, marzo y abril, considera 4,437.57 horas efectivas asociado a 18 horas cronológicas, pero realizando un análisis mediante la metodología de Asarco, el cual considera 24 horas cronológicas, las horas efectivas fueron de 3,361.54 horas, generando un incremento de horas en 1,076.03 horas, por lo que, los cálculos realizados en las liquidaciones realizadas tienen una componente irreal, ya que los equipos fueron diseñados y construidos para ser analizados durante las 24 horas, se considera 84 % disponibilidad mecánica y de 59 % de utilización para ambos escenarios.

El mismo análisis realizados para dumpers 6 t durante el mismo periodo de febrero, marzo y abril, considera 4,695.31 horas efectivas asociado a 18 horas cronológicas, pero realizando un análisis mediante la metodología de Asarco, que considera 24 horas cronológicas, las horas efectivas fueron de 3,581.65 horas, generando un incremento de horas en 1,113.66 horas, por lo que, los cálculos realizados en las liquidaciones realizadas tienen una componente irreal, ya que los equipos fueron diseñados y construidos para ser analizados durante las 24 horas, se considera 88 % disponibilidad mecánica y de 61 % de utilización para ambos escenarios.

4.6 Validación hipótesis: Análisis de variables operacionales para la mejora del rendimiento

Por lo expuesto en párrafos anteriores, los análisis y resultados obtenidos en las pérdidas de tiempo y rendimiento de los equipos scoop 2.2 yd³ y dumper 6 t considera mucha variabilidad entre la medición de los indicadores utilizados (utiliza 18 horas cronológicas) y los planteados mediante la norma de Asarco (utiliza 24 horas cronológicas).

Las variables operacionales que influyen directamente en el cumplimiento de los planes de minado y por ende en la mejora del rendimiento de los equipos scoop 2.2 yd³ y dumpers 6 t para una buena gestión de los equipos son: el match factor entre ambos para medir la capacidad efectiva de acuerdo a la granulometría asociada posterior a la voladura, por lo que se analiza los siguientes parámetros: match factor, granulometría y factor de llenado.

a) Match factor: scoops 2.2 yd³ – dumper 6 t

El match factor o factor de acoplamiento es un indicador de vital importancia para medir la relación de la productividad entre los equipos de carguío o limpieza (scoop 2.2 yd³) y los equipos de acarreo (dumper 6 t). Este indicador ayudará a relacionar el efecto que genera el número de cucharas asociada al tonelaje acarreado.

Tabla 29. Resumen de tonelaje por cuchara

RESUMEN DE TONELAJE POR CUCHARA												
SCOOP 2.2 YD3 - DUMPER 6 TON												
PERIODO	Scoop 2.2 yd3						Dumper 6 ton					
	Número cucharas mineral	ton. mineral	Ton/cuchara mineral	Número cucharas desmonte	ton. desmonte	Ton/cuchara desmonte	Número cucharas mineral	ton. mineral	Ton/cuchara mineral	Número cucharas desmonte	ton. desmonte	Ton/cuchara desmonte
Febrero	3,345.00	11,821.23	3.53	4,459.00	13,724.80	3.08	2,530.00	8,941.02	3.53	709.00	2,182.30	3.08
Marzo	2,245.00	7,933.83	3.53	4,967.00	15,288.43	3.08	2,195.00	7,757.13	3.53	589.00	1,812.94	3.08
Abril	2,853.00	10,082.50	3.53	5,148.00	15,845.54	3.08	1,803.00	6,371.80	3.53	1,051.00	3,234.98	3.08
Promedio	2,814.33	9,945.85	3.53	4,858.00	14,952.92	3.08	2,176.00	7,689.98	3.53	783.00	2,410.07	3.08

De acuerdo al tonelaje cargado y acarreado realizado en los periodos de estudio se considera un tonelaje promedio mensual cargado de 9,945.85 t, con 2,814.33 número de cucharas, generando 3.53 t/cuchara (ton/pase) en mineral y 3.08 t/ cuchara de desmonte.

El tonelaje acarreado considera un tonelaje por cuchara en el rango de 3 a 4 cucharas, lo que indica que para llenar un dumper de 6 t se llenará con 3.53 cucharas (pases), con un scoop de 2.2 yd³.


De acuerdo al número de pases calculado en el escenario de estudio, se calculará en el rango entre 3 y 4 pases. Para el cálculo de la capacidad del scoop se determinará con el siguiente formulismo:

$$\text{Capacidad Scoop} = \frac{(\text{Capacidad Balde} \times \text{densidad} \times \text{Factor Llenado})}{(1 + \text{factor esponjamiento})}$$

- ✓ Análisis de número de pases: escenario estudio

Tabla 30. Análisis de número de pases: escenario estudio

CAPACIDAD DE BALDE - SCOOP 2.2 YD3			ANÁLISIS DE NÚMERO DE PASES					
PERIODO: FEBRERO-MARZO-ABRIL			PERIODO: FEBRERO-MARZO-ABRIL					
	Scoop		N° Pases	Cap efectiva Dumper	Cap Nominal Dumper	% Incidencia	% Excedente	Excede toneladas
Capacidad de balde	2.2	yd3	3	7.79	6	129.8	29.8	1.79
Factor de Llenado	80%	%	4	10.38	6	173.0	73.0	4.38
Factor esponjamiento	40%	%						
Densidad Insitu	2.7	ton/m3						
Capacidad balde	1.68	m3						
capacidad scoop	2.60	t						


 Max.10%

El análisis de número de pases en el escenario de estudio, considerando 3 pases con los parámetros asociados, determina la capacidad del scoop en 2.60 t/pase. La capacidad nominal del dumper es de 6 t/viaje y la capacidad efectiva fue de 7.79 t/viaje, considera un excedente de 1.79 t, el cual representa un 29.8 % de mayor peso.

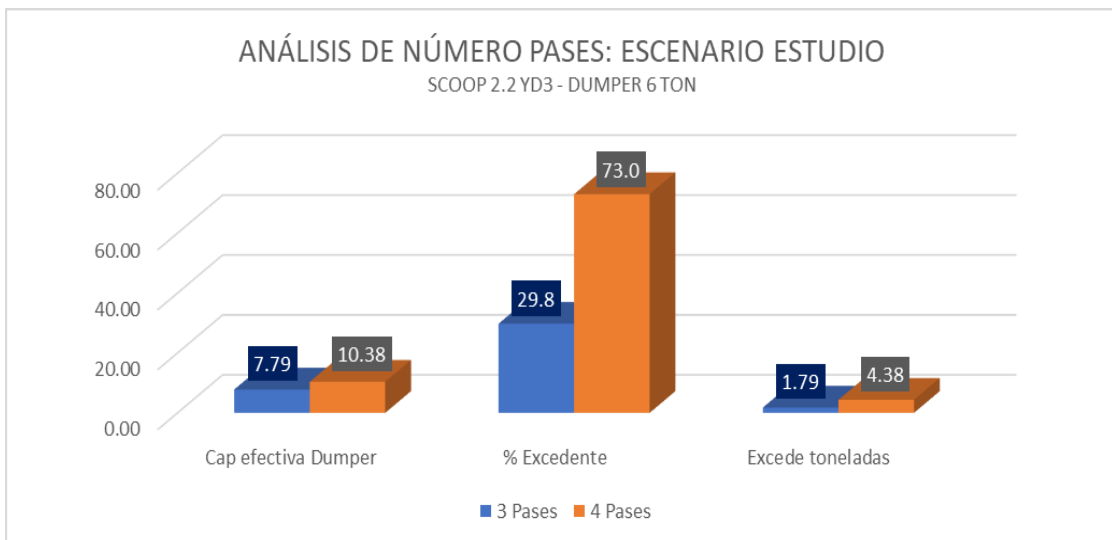


Figura 19. Análisis de número pases: escenario estudio

Se considera solo el escenario de 3 pases porque en el de 4 pases se excede en 70 %, por lo que los efectos en el desgaste prematuro de los componentes de los equipos serán mayores, el excedente debería estar máximo en el 10 %.

El excedente de tonelaje acarreado es producto de la no compatibilidad entre la capacidad de los equipos de carguío (2.2 yd³) y acarreo (6 t), por lo que se buscará el óptimo posible match factor, en el escenario optimizado.


✓ Análisis de número de pases: escenario optimizado

De acuerdo al análisis de número de pases evaluados en el escenario de estudio (scoop 2.2 yd³), se busca un equipo que optimice la relación de rendimiento de los equipos de carguío y

acarreo, por lo que se plantea la alternativa de trabajar con un scoop de 1.8 yd³ y manteniendo el dumper de 6 ton, por las condiciones de diseño operacional de la mina.

Tabla 31. Análisis de número de pases: escenario optimizado

CAPACIDAD DE BALDE - SCOOP 1.8 YD3			ANÁLISIS DE NÚMERO DE PASES					
ESCENARIO OPTIMIZADO			ESCENARIO OPTIMIZADO					
	Scoop		Nº Pases	Cap efectiva Dumper	Cap Nominal Dumper	% Incidencia	% Excedente	Excede toneladas
Capacidad de balde	1.8	yd3	3	6.37	6	106.2	6.2	0.37
Factor de Llenado	80%	%	4	8.49	6	141.6	41.6	2.49
Factor esponjamiento	40%	%						
Densidad Insitu	2.7	ton/m3						
Capacidad balde	1.38	m3						
capacidad scoop	2.12	t						


 Max.10%

El análisis de número de pases en el escenario optimizado considerando 3 pases con los parámetros asociados, determina la capacidad del scoop en 2.12 t/pase. La capacidad nominal del dumper es de 6 t/viaje y la capacidad efectiva fue de 6.37 t/viaje, considera un excedente de 0.37 t, el cual representa un 6.2 % de mayor peso, lo que está debajo del máximo permisible (10%).

El match factor óptimo en la gestión de equipos de carguío y acarreo en el estudio evaluado permitirá tomar decisiones en futuras operaciones considerando el uso de equipos que optimicen el factor de acoplamiento como es el scoop de 1.8 yd³ y dumper de 6 t, esto ayudará a reducir y controlar el desgaste prematuro de los componentes mecánicos y eléctricos de los equipos reduciendo su disponibilidad mecánica e incrementando su utilización para un mejor rendimiento operacional de la empresa de servicios Esemín.

b) Granulometría posterior a la voladura

Otro de los factores que se considera en la mejora del rendimiento de los equipos de carguío analizados (scoop 2.2 yd³) es la granulometría posterior a la voladura lo que afecta directamente al factor de llenado e incide en su capacidad efectiva, para nuestro caso el 80 % de factor de llenado se realizó el análisis del perfil de la granulometría en el tajo 942 de la veta la Paz.



Figura 20. Material volado, tajo 942, veta la Paz

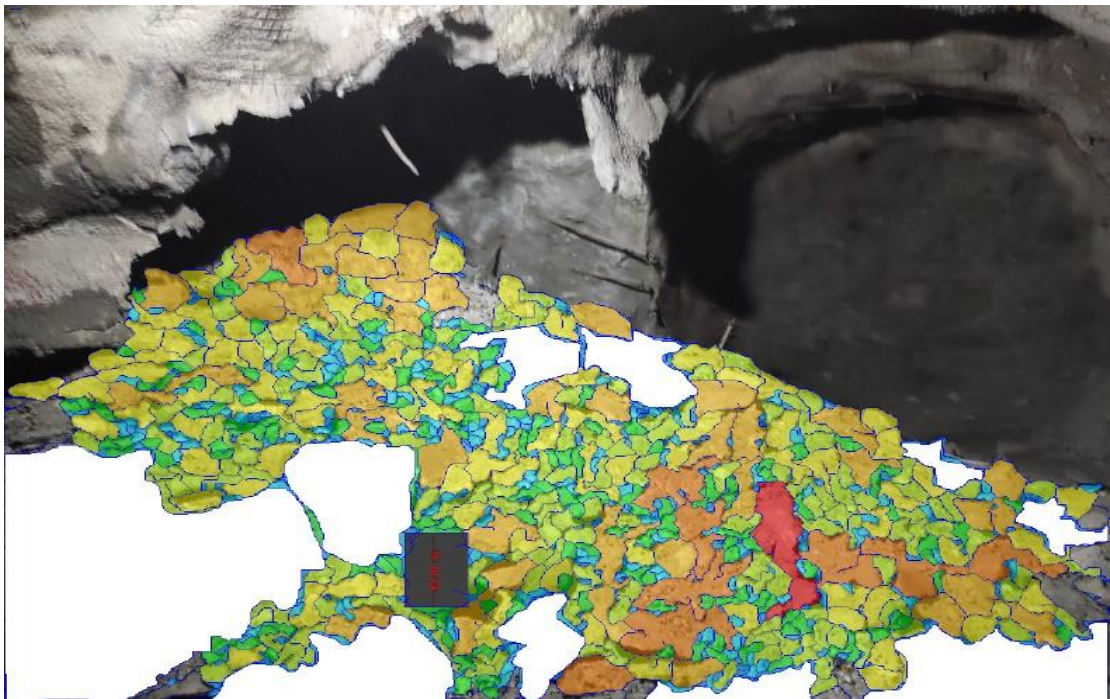


Figura 21. Análisis de granulometría volado, tajo 942, veta la Paz

Tj 942 - veta La Paz

Tesis UC - RHC

agosto 30, 2024 22:43:37

3.3.14.0 - User - Company (LAVTeam 31337)

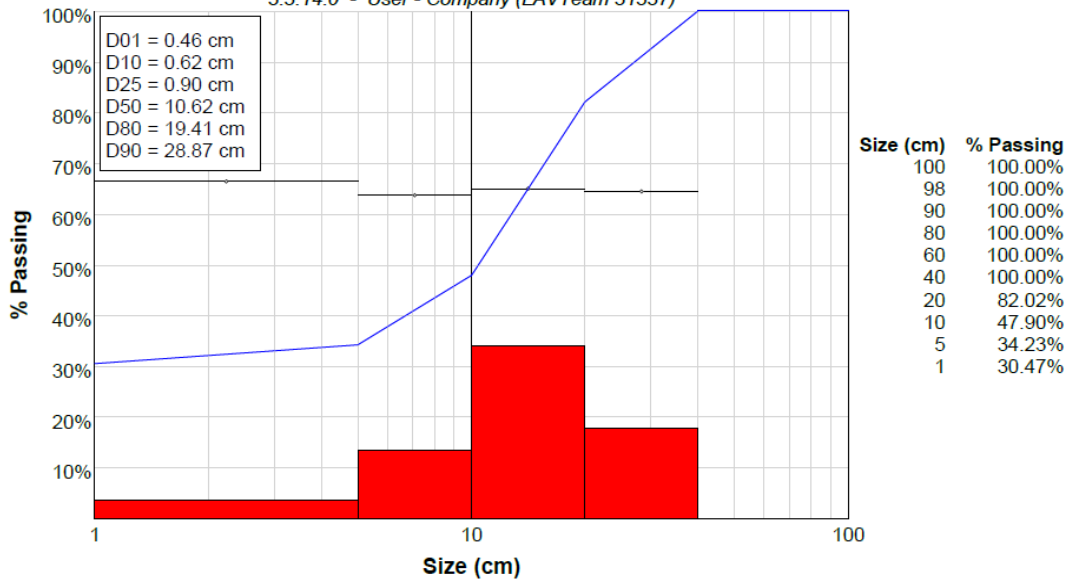


Figura 22. Perfil de granulometría, tajo 942, veta la Paz

El análisis de la granulometría realizada en el material volado del tajo 942, veta la Paz, considera un P80 de 19.41 cm y un porcentaje pasante del 82 %, lo que considera un factor de llenado del 80 % en equipos de carguío realizado en el presente estudio.

El incremento del factor de llenado superior al 80 % mejorará la capacidad efectiva del scoop y del dumper, mejorando su rendimiento operacional, esto se podrá lograr producto de un mejor control de los parámetros de perforación y voladura.

Finalmente, el presente estudio permitió evaluar la gestión realizada durante los últimos 3 meses de operación de la mina Austria Duvaz, considerando el uso de equipos scoop 2.2 yd³ y dumpers 6 t, lo que comparado con un análisis moderno aplicando la norma de Asarco ayudó a entender el comportamiento diferente en los resultados a obtener a futuro. Estos resultados serán mejores considerando un buen match factor entre equipos de carguío (scoops) y acarreo (dumpers), mejorando el rendimiento de los equipos de carguío, cambiando su capacidad nominal de 2.2 yd³ a 1.8 yd³, que es lo óptimo.

CONCLUSIONES

1. El desarrollo de la tesis permitió el análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo (scoops y dumpers) para la toma de decisiones óptimas en la gestión de equipos en la empresa minera Esemín. Se analizaron variables operacionales como la pérdida de tiempo por mantenimiento, la disponibilidad y utilización, horas efectivas, tonelaje acarreado y número de cucharas (pases).
2. El objetivo del presente estudio es considerar el análisis de los equipos de carguío y acarreo, comparando el escenario de estudio y el escenario optimizado mediante la norma de Asarco para así tomar decisiones adecuadas de gestión de los equipos de la empresa Esemín en futuros proyectos.
3. El análisis de la pérdida de tiempo en scoops de 2.2 yd³ presenta los siguientes resultados: el total de paradas de equipo considera un total de 422.33 horas con un rango entre 84.7 y 180.4 horas, la actividad a tener en consideración son las paradas por mantenimiento correctivo que tiene en cuenta un total de 92.31 horas, influyendo en el rendimiento de los equipos de carguío.
4. Asimismo, el total de horas por demoras operativas en scoops de 2.2 yd³ considera 2,385.17 horas, con un rango entre 752.6 y 818.2 horas, la actividad asociada a esta pérdida de tiempo operacional está asociado a las fallas mecánicas con 277.59 horas y un total de 136 número de fallas.
5. El análisis de rendimiento de los scoops de 2.2 yd³ tiene en cuenta una disponibilidad promedio de 84 % considerando un rango de 82 a 87 %, en el caso de la utilización promedio fue de 59 % y un rango entre 57 a 61 %. Los indicadores de disponibilidad y utilización consideraron un menor uso de los scoops en los diferentes frentes de operación con un total de 4,437.57 horas efectivas, siendo el programado de 4,860 horas, generando un déficit de 422.43 horas. Este menor uso de los equipos de carguío o limpieza, generaron un menor rendimiento por lo que sus costos operacionales se incrementan.
6. De acuerdo a lo analizado con las horas efectivas obtenidas durante el periodo de febrero a abril en los scoops de 2.2 yd³, fueron de 4,437.57 horas considerando el análisis como 18 horas cronológicas, pero realizando un análisis mediante la metodología de Asarco, el cual considera 24 horas cronológicas, las horas efectivas fueron de 3,361.54 horas, lo que genera un incremento de horas en 1,076.03 horas, por lo que las liquidaciones realizadas tienen una

componente irreal, ya que los equipos fueron diseñados y construidos para ser analizados durante las 24 horas, maximizando su rendimiento operacional.

7. En el caso de los dumpers de 6 t, el total de paradas de equipo de acarreo considera un total de 164.69 horas con un rango entre 35.3 y 79.0 horas, la actividad a tener en consideración son las paradas por mantenimiento correctivo que considera un total de 69.84 horas, el cual influye en el rendimiento de los equipos de acarreo. Asimismo, el total de horas por demoras operativas considera un total de 2,529.03 horas, con un rango entre 759.0 y 949.4 horas, la actividad asociada a esta pérdida de tiempo operacional está asociado a las fallas mecánicas con 87.20 horas y un total de 110 número de fallas, durante el periodo de estudio, estos resultados son relacionados con los indicadores de rendimiento como utilización, disponibilidad y horas efectivas.
8. El análisis de rendimiento de los dumpers de 6 t. considera una disponibilidad promedio de 88 % teniendo en cuenta un rango de 87 a 90 %, en el caso de la utilización promedio fue de 61 % con un rango entre 58 a 67 %. Los indicadores de disponibilidad y utilización consideraron un menor uso de los dumpers en los diferentes frentes de operación con un total de 4,695.31 horas efectivas, siendo el programado de 4,860 horas, generando un déficit de 164.69 horas. Este menor uso de los equipos de acarreo genera un menor tonelaje transportado por lo que el rendimiento de los equipos disminuye y sus costos operacionales se incrementan.
9. De acuerdo a lo analizado con las horas efectivas obtenidas durante el periodo de febrero a abril en los dumpers de 6 t, fueron de 4,695.31 horas considerando el análisis como 18 horas cronológicas, pero realizando un análisis mediante la metodología de Asarco, el cual considera 24 horas cronológicas, las horas efectivas fueron de 3,581.65 horas, generando un incremento de 1,113.66 horas, por lo que las liquidaciones realizadas tienen una componente irreal, ya que los equipos fueron diseñados y construidos para ser analizados durante las 24 horas, maximizando su rendimiento operacional.
10. El análisis del match factor considera el número de pases en el escenario de estudio (scoop 2.2 yd³) considera 3 pases con los parámetros asociados, determina la capacidad del scoop en 2.60 t/pase. La capacidad nominal del dumper es de 6 t/viaje y su capacidad efectiva fue de 7.79 t/viaje, considerando un excedente de 1.79 t, el cual representa un 29.8 % de mayor peso.

11. El análisis del match factor asociado al número de pases en el escenario optimizado (scoop 1.8 yd³) determina la capacidad del scoop en 2.12 t/pase. La capacidad nominal del dumper es de 6 t/viaje y su capacidad efectiva fue de 6.37 t/viaje, considerando un excedente de 0.37 ton, el cual representa un 6.2 % de mayor peso, lo que está debajo del máximo permisible (10%).

12. Finalmente, el match factor óptimo en la gestión de equipos de carguío y acarreo en el estudio evaluado permitirá tomar decisiones en futuras operaciones considerando el uso de equipos que optimicen el factor de acoplamiento como es el scoop de 1.8 yd³ y dumper de 6 t, esto ayudará a reducir y controlar el desgaste prematuro de los componentes mecánicos y eléctricos de los equipos reduciendo su disponibilidad mecánica e incrementando su utilización para un mejor rendimiento operacional de la empresa de servicios Esemín.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los parámetros evaluados en los equipos de carguío y acarreo en la empresa Esemín, se recomienda seguir analizando en mayor detalle las actividades asociadas a estos procesos para identificar la incidencia de estas en la gestión operacional en futuras operaciones.
2. Se recomienda continuar realizando el análisis de información de periodos anteriores de los procesos unitarios de carguío y acarreo y así determinar mayores indicadores operacionales como distancia asociada, consumo de combustible, etc., que influyen directamente en el rendimiento de los equipos y que sirvan como base comparativa para operaciones futuras.
3. Se recomienda realizar un estudio económico de la pérdida de tiempo operacional, considerando los resultados obtenidos, sobre todo incidiendo en el costo horario de los equipos por considerar mucha variabilidad de la utilización y disponibilidad de los equipos.
4. Se recomienda seguir realizando estudios de la granulometría posterior a la voladura en mineral y desmonte y determinar la capacidad efectiva de los equipos de carguío y acarreo, asociado a su rendimiento operacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. QUIROGA, Patricio. Diseño de herramienta computacional para control de kpi de operadores de carguío y transporte – mina los Bronces. Memoria (Título de Ingeniero Civil de Minas). Santiago - Chile: Universidad de Chile, 2016, 69 pp.
2. CHANG, Kim. Diseño y evaluación técnicoeconómica de un nuevo sistema de carguío y transporte para la minería de Hundimiento. Memoria (Título de Ingeniero Civil de Minas)..Santiago - Chile: Universidad de Chile, 84 pp.
3. MERCADO, Jorge y MARIN, Jorge. Análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en Compañía Minera Kolpa S. A. – 2021. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, 2021, 124 pp.
4. HUISA, Abel. Mejora Optimización de equipos de carguío y acarreo en el tramo Botaderos - Trituradora Thyssen Krupp, para el incremento de producción en una empresa cementera. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2021, 71 pp.
5. DE LA CRUZ, Heber. Optimización de los ciclos de carguío y acarreo para reducir los costos operativos en una empresa minera. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018, 78 pp.
6. EMPRESA MINERA ESEMIN, Mina Austria Duvaz, información de operaciones, último semestre de operación.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
VI: Análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo.	El análisis del comportamiento de los equipos de carguío y acarreo, permitirán tener en óptimas condiciones las variables operacionales asociadas a ellos.	<ul style="list-style-type: none"> • Geología • Geomecánica • Operaciones 	Geología Geomecánica Operacional	Tipo estructura, potencia, leyes, etc.. RQD, RMR, GSI, etc. Producción, leyes, equipos, etc.
VD: Gestión adecuada de los scoops y dumpers en la empresa de servicios Esemin.	Una buena gestión operacional de scoops y dumpers, permitirán analizar el comportamiento del rendimiento de los equipos, así como el cumplimiento de los planes de minado.	<ul style="list-style-type: none"> • Operacionales • Técnicos 	Carguío y acarreo Rendimiento	Tonelaje acarreado, N° cucharas, horas programadas, etc. Disponibilidad, utilización, horas efectivas, etc.

Anexo 2

Planos de la mina Austria Duvaz

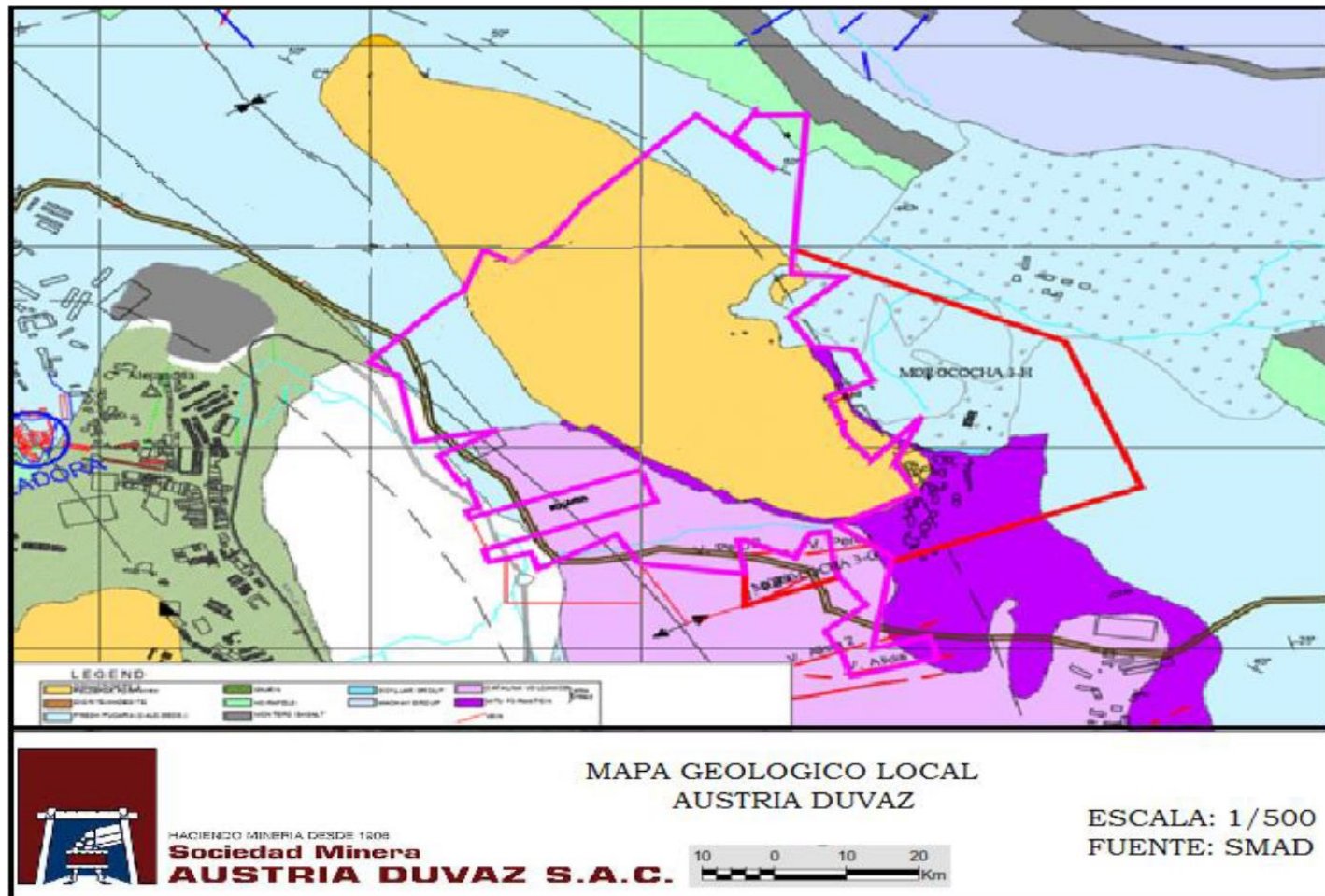


Figura 23. Geología local, mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Geología

ERATOMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOSTRATIGRÁFICA	GRUPO (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos aluviales			Arenas, gravas y limos.	
		PLEISTOCENA	Depósitos glaciares			Mormenas	
	NEÓGENO	PLIOCENA	Grupo Añash	Formación Matsubai	50		Capas lacustrinas arenas y limos poco consolidadas.
			Formación Ushno	100		Conglomerados faviolitos. Disc. ang.	
			Formación Inpishasi	50		Tobas blancas calcáreas.	
			Formación Yanacancha	200		Lavas, brechas, conglomerados andesíticos.	
	PALEÓGENO	MIOCENA	Formación Huerochiri	400		Tobas rílicas y rodacíticas con intercalaciones de areniscas.	
			Formación Millibingo	400		Lava andesítica a dacítica, areniscas volcánicas.	
			Formación Castrovireyna	150		Volcánico - sedimentario con intercalaciones de tobas.	
		OLIGOCENA	Grupo Sacasapero	2018		Tobas rílicas solidas, lavas y areniscas volcánicas.	
			EOCENA	SUP.			
		MED.		Formación Tantarí	100		Andesita / Riolita Derrames andesíticos a rodacíticos, gris verdoso. Disc. ang.
	MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Formación Casapalca	4000		Lutitas, areniscas, limolitas y conglomerados de color rojo. Dioritas.
				Formación Celendín	400		Calizas pardo amarillentas con margas calcáreas, yeso.
				Formación Jumasha	400		Calizas compactas en estratos gruesos a delgados.
Formación Paratambo				120		Calizas, lutitas de color negro listado.	
Formación Cházar				220		Calizas gris pardo amarillentas y margas calcáreas.	
INFERIOR			Formación Parahuancá	200		Calizas y margas calcáreas.	
			Formación Farat	700		Areniscas de grano medio blanco a gris rojo.	
			Formación Carhuaz	400		Areniscas con intercalaciones de lutitas volcánicas.	
			Formación Santa	100		Caliza gris y arcillitas esbiganadas.	
			Formación Chimi	400		Cuarcitas grizas con intercalaciones de material bituminoso.	
JURÁSICO		MEDIA	Formación Chauscha	300		Lodolitas y limolitas calcáreas, calizas y dolomitas.	
		Formación Cerroputzú	500		Areniscas de grano fino a grueso color blanco a gris.		
TRIASICO		SUPERIOR	Grupo Pucall	Formación Condorsungu	1000		Calizas gris azulado con presencia de venitas de calcitas.
				Formación Anamachay	400		Intercalaciones de caliza con nódulos calcáreos y limoarcillitas carbonosas.
				Formación Chambani	300		Calizas micríticas con nódulos de chert. Disc. ang.
PALEOZOICA	PERMIANO	SUPERIOR	Grupo Mita	1700		Secuencia rílica molásica, conglomerados con clastos de volcánicos. Intrusivos y brechas volcánicas.	
		INFERIOR	Grupo Copacabana	150		Areniscas, calizas y lutitas de color brnquico.	
	CARBONÍFERO	SUPERIOR	Grupo Tema	1300		Lutitas y limolitas grizas con intercalaciones de areniscas. Monzogranitos, granitos.	
		INFERIOR	Grupo Ambo	900		Conglomerados, molasas rílicas, areniscas feldespáticas.	
	DEVONIANO	SUPERIOR	Grupo Caberillas				
		INFERIOR					
	SILURIANO ORDOVICIANO			Metasedimentitas no diferenciadas	700		Secuencias tipo flysh con areniscas, lutitas y pizamas. Disc. ang.
				Metasedimentitas no diferenciadas	700		Filitas con escasas intercalaciones de cuarcita, negro grúiceas, basaltos, melatoba y mármoles. Disc. ang.
	NEOPROTEROZOICA			Complejo Metamórfico	1000		Lutitas veribecquistosas y paragneises, anfibolitas.

Figura 3. Estratigrafía, mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Geología

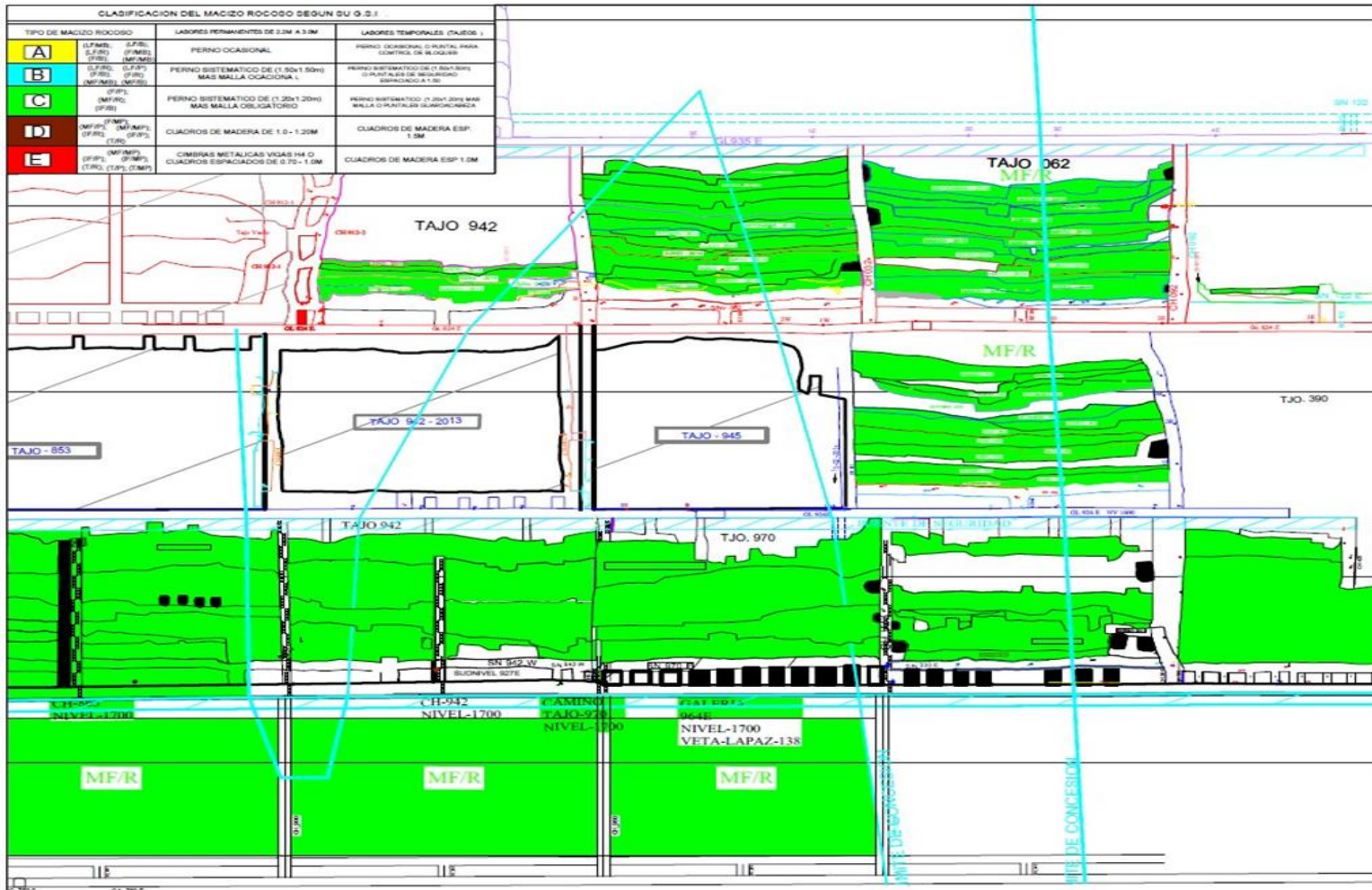


Figura 5. Geomecánica en la mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Geomecánica

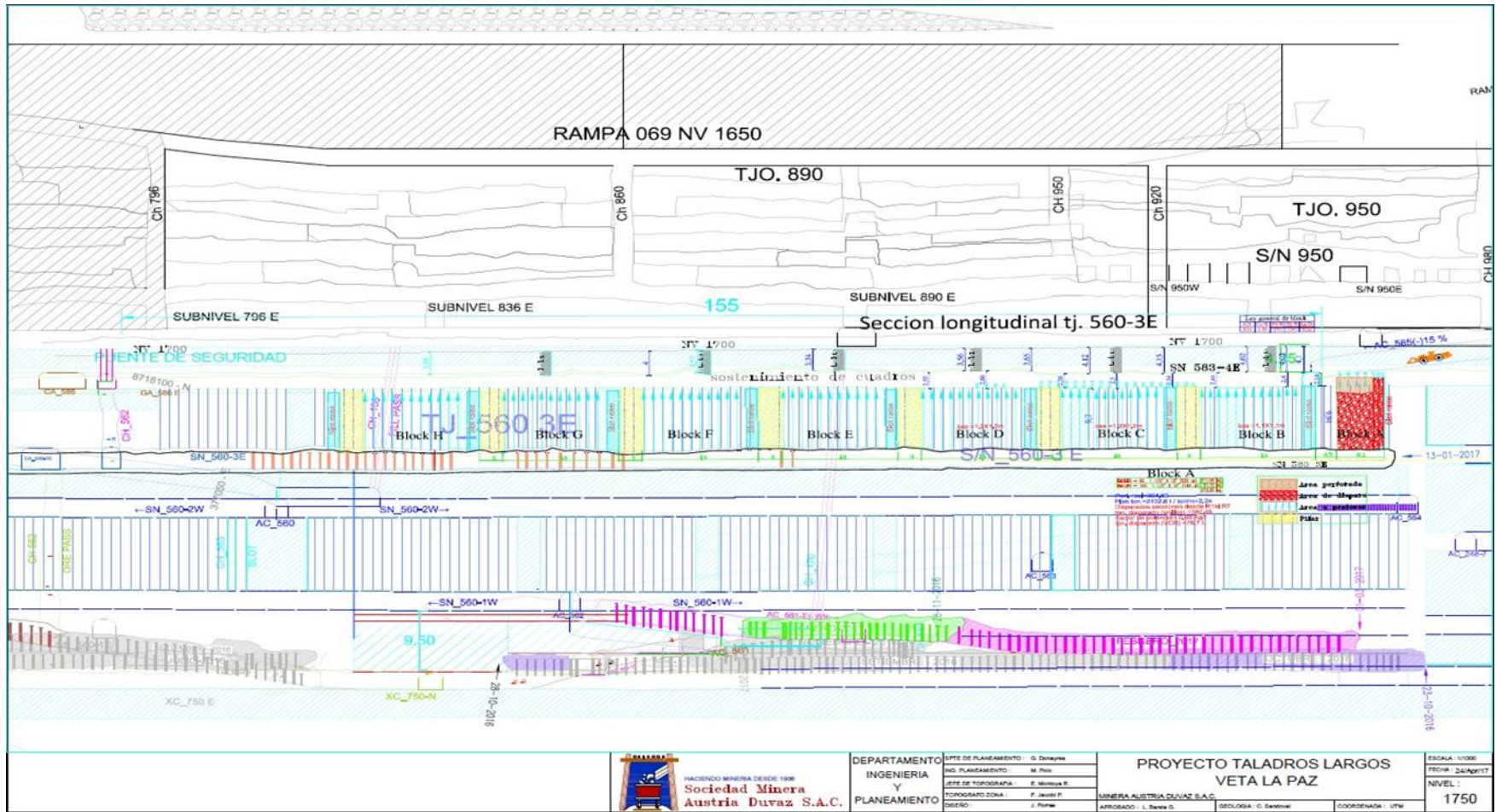


Figura 11. Proyecto taladros largos, veta La Paz
Tomada del Área de Planeamiento

VOLADURA Y LIMPIEZA DE TALADROS LARGOS

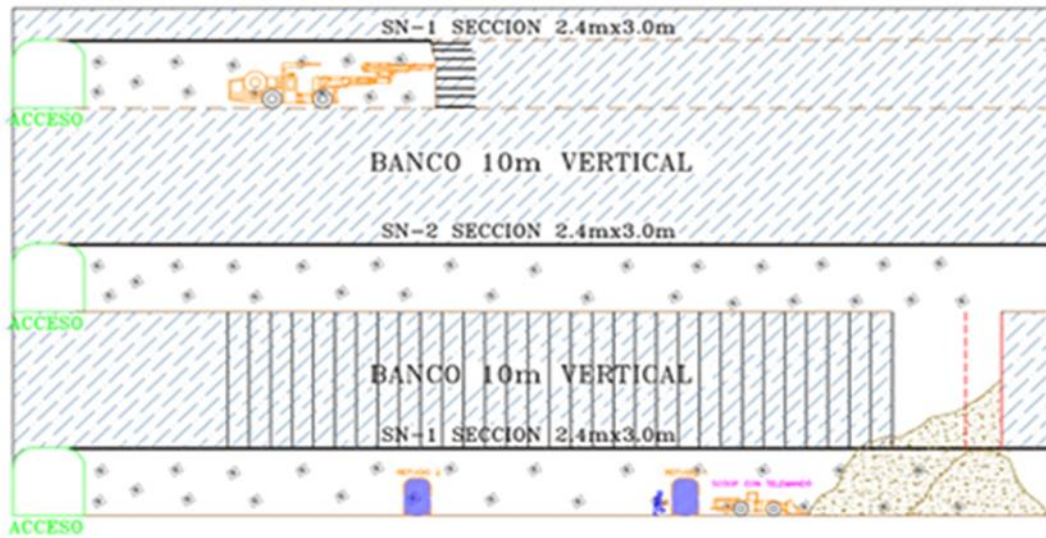


Figura 7. Voladura y limpieza con taladros largos en la mina Austria Duvaz
Fuente: área de planeamiento

DISEÑO DE PILARES DE ESTABILIDAD

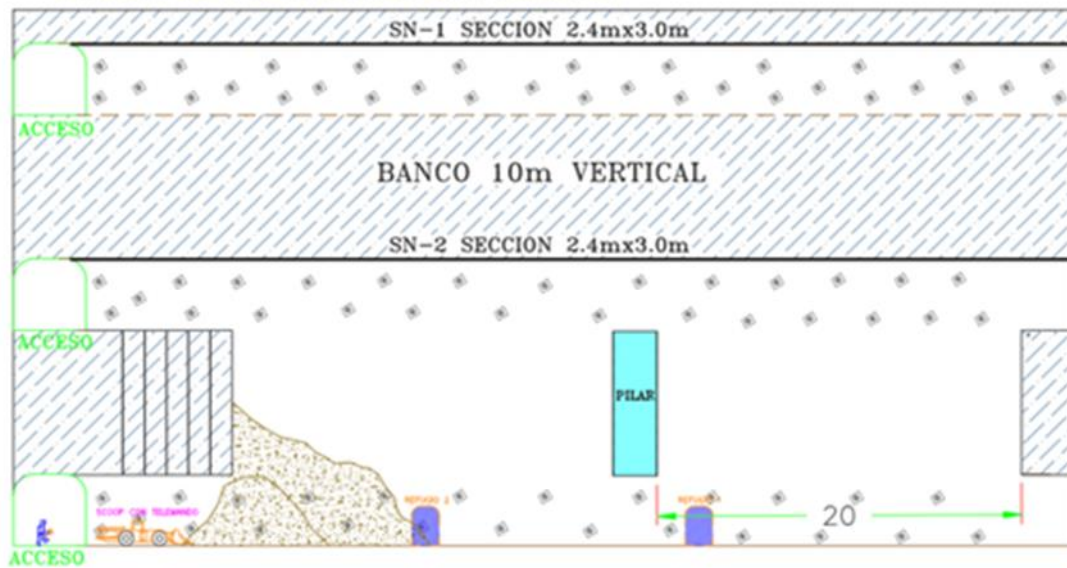


Figura 8. Diseño de pilares de estabilidad con taladros largos en la mina Austria Duvaz
Tomada del Área de Planeamiento

Anexo 3

Fotos Posterior a la voladura

Tajo 942 – Veta La Paz



Figura 9. Grado de fragmentación posterior a la voladura – grueso



Figura 10. Grado de fragmentación posterior a la voladura - finos

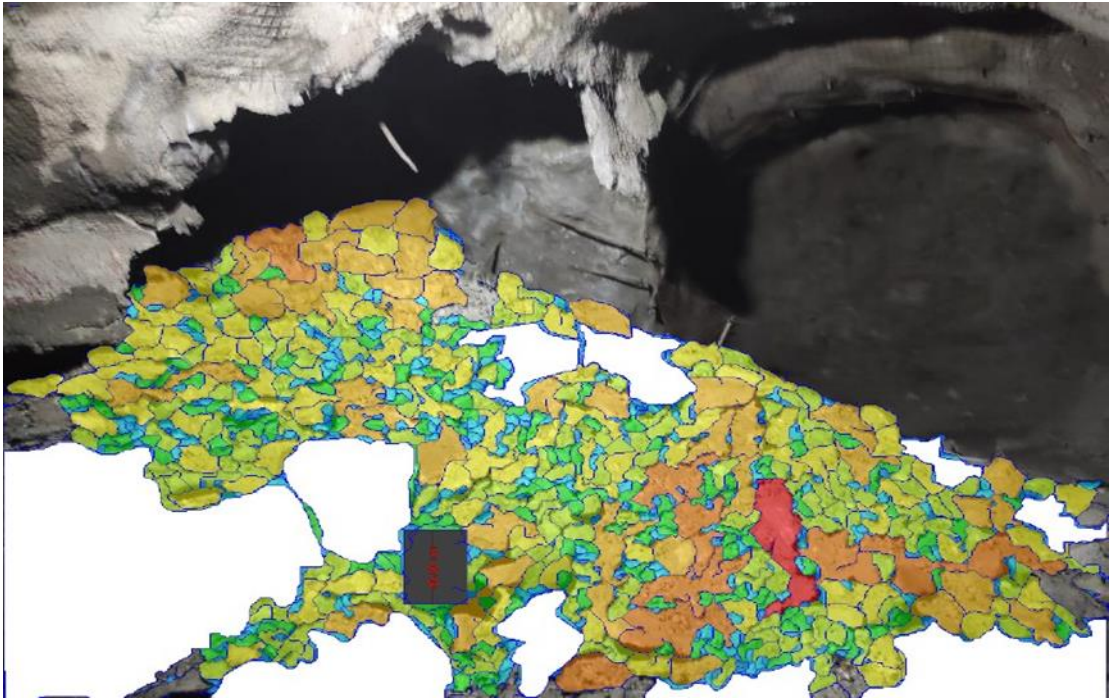


Figura 21. Análisis de granulometría volado, tajo 942, veta la Paz.

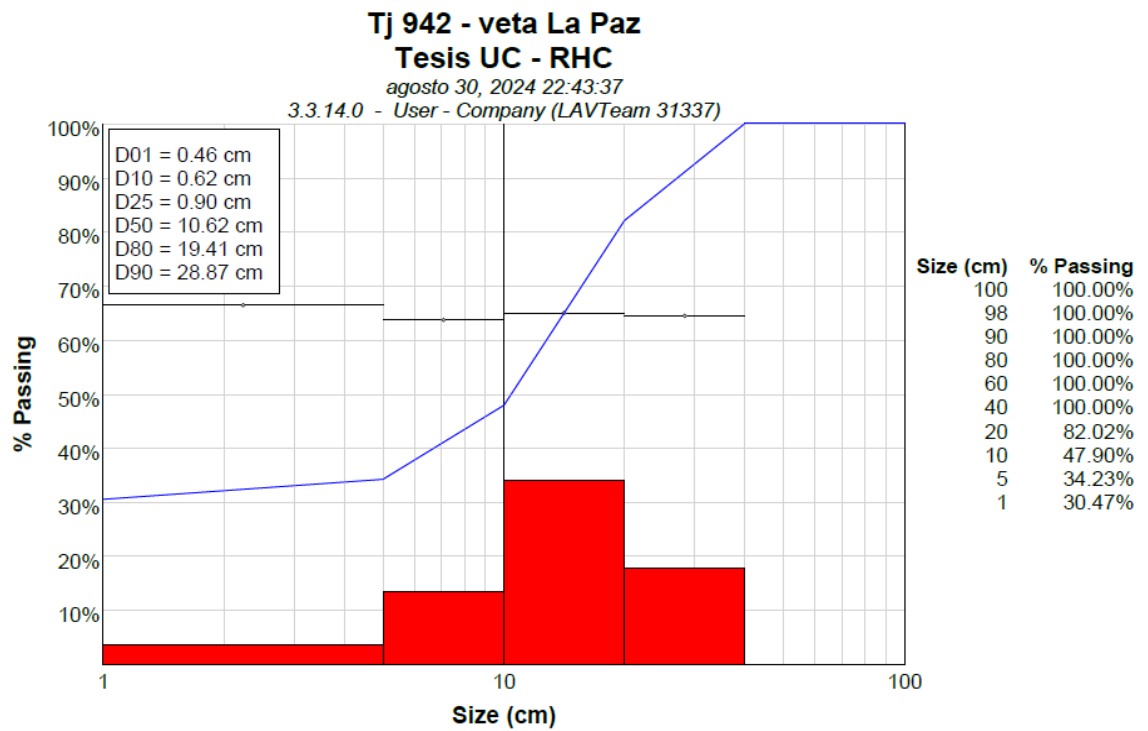


Figura 22. Perfil de granulometría, tajo 942, veta la Paz.