

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA.
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**OPTIMIZACIÓN DE BENEFICIOS CON GESTIÓN DE RIESGOS EN LAS LABORES
DE DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN EN LA UNIDAD AMERICANA DE LA MINA
ALPAYANA S.A. DE HUAROCHIRI - LIMA**

PRESENTADO POR:

Br. HILDER QUISPE LIMA.

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE MINAS**

ASESOR:

Mg. TOMAS ACHANCCARAY PUMA

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor TOMAS ACHANCCARAY PUMA.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: OPTIMIZACIÓN DE BENEFICIOS CON GESTIÓN
DE RIESGOS EN LAS LABORES DE DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN EN LA
UNIDAD AMERICANA DE LA MINA ALPAYANA S.A. DE HUAROCHIRI - LIMA
.....

Presentado por: HILDER QUISPE LIMA..... DNI N° 42841913 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO DE MINAS
.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 30 de OCTUBRE..... de 2025.....


.....
Firma

Post firma TOMAS ACHANCCARAY PUMA.....

Nro. de DNI 23 99 13 86.....

ORCID del Asesor 0000-0002-5316-1452.....

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259: 519655204

Hilder Quispe Lima

OPTIMIZACIÓN DE BENEFICIOS CON GESTIÓN DE RIESGOS EN LAS LABORES DE DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN EN LA UNIDAD AMERICANA DE LA MINA ALPAYANA S.A. DE HUAROCHIRI - LIMA.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega	
trn:oid::27259:519655204	251 páginas
Fecha de entrega	49.536 palabras
28 oct 2025, 7:57 p.m. GMT-5	256.932 caracteres
Fecha de descarga	
28 oct 2025, 8:03 p.m. GMT-5	
Nombre del archivo	
HILDER QUISPE LIMA.pdf	
Tamaño del archivo	
4.0 MB	

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
3686 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA.

A Dios por protegerme y guiarme en las sendas de la vida, a mis padres Martin Quispe Quispe y Alejandra Lima Arriaga, quienes son el pilar fundamental en mi vida y un ejemplo a seguir, a mis hermanos Sabina, Edison, Alejandrina, por su constante aliento y a mi esposa Yovana Huallpa Nina por su comprensión, exigencia, apoyo y enseñanza; sin ellos no hubiera podido lograr esta meta, gracias.

Hilder

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, por la formación recibida y por el rigor académico que moldeó este trabajo.

A mi asesor, Ing. Tomas Achanccaray Puma, por su dirección técnica, sus críticas oportunas y la exigencia que elevó la calidad de esta tesis.

A la empresa Alpayana S.A., Unidad Americana, por su confianza y darme la oportunidad de desarrollarme como profesional; especialmente a las áreas de Seguridad y Salud Ocupacional y SGI.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
INDICE GENERAL	IV
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE IMÁGENES.....	IX
INDICES DE ANEXOS.....	XII
ACRÓNIMOS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I3	
PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general.	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Justificación, importancia, limitación y delimitación de la investigación	6
1.4.1. Justificación de la investigación.	6
1.4.2. Importancia de la investigación	7
1.4.3. Limitación de la investigación	9
1.4.4. Delimitación de la investigación.....	9
1.5. Alcance.	9
1.6. Hipótesis	9
1.6.1. Hipótesis general:.....	9

1.6.2.	Hipótesis específicas:.....	9
1.7.	Variables e indicadores.	10
CAPITULO II		11
MARCO TEÓRICO		11
2.1.	Antecedentes de la investigación.	11
2.2.1.	Estudios internacionales.....	11
2.2.2.	Estudios nacionales.....	13
2.2.	Marco Contextual.....	14
2.2.1.	Ubicación de la mina Alpayana S.A. – Unidad Americana.....	14
2.2.2.	Accesibilidad.....	15
2.2.3.	Geología y geomecánica.	16
2.2.4.	Geología local	19
2.2.5.	Geología Económica.....	19
2.2.6.	Gestión integrada de riesgos geomecánicos, hidrogeológicos y sísmicos	20
2.3.	Marco Conceptual.....	23
2.3.1.	Conceptos que se debe tomar en cuenta en gestión de riesgos.	23
2.3.2.	Gestionando riesgo.....	32
2.3.3.	La gestión de procesos.	36
2.3.4.	Optimización de beneficios.....	37
2.3.5.	Producción y Operación minera.....	39
2.3.6.	Costos de producción vs operación.....	41
2.3.7.	Cash Cost como indicador clave de desempeño.	44
2.3.8.	Costo unitario como una herramienta de gestión granular.	44
CAPÍTULO III		47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		47
3.1.	Enfoque de la investigación	47
3.2.	Diseño, tipo y nivel de la investigación	48
3.3.	Población y muestra.....	49
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de datos.	50

CAPITULO IV	52
PROCESO METODOLÓGICO.....	52
4.1. Contexto operativo de la UEA Americana.	52
4.2. Proceso metodológico.....	53
4.2.1. Paso 01: Comprender el contexto.	53
4.2.2. Paso 02: Identificación de riesgos.....	54
4.2.3. Paso 03: Análisis de riesgo.	81
4.2.4. Paso 04: Tratamiento de riesgos – beneficios esperados.	124
4.2.5. Paso 05: Monitoreo y revisión (ciclo de mejora continua) – Un Sistema Integrado para la Sostenibilidad y la Mejora Continua.	139
CAPITULO V.....	144
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	144
5.1. Resultados	144
5.2. Discusión.....	146
CONCLUSIONES.....	149
RECOMENDACIONES.....	150
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Índice RMR zona Cuerpos.	17
Tabla 02.	Índice RMR zona vetas.	18
Tabla 03.	Índice RMR zona vetas – Mineralización.	18
Tabla 04.	Riesgos inherentes al proceso operativo.....	21
Tabla 05.	Diferencias entre producción y operaciones mineras	41
Tabla 06.	Diferencia entre costos de producción y costos de operación.....	42
Tabla 07.	Distribución del tipo de sostenimiento aplicado	65
Tabla 08.	Disponibilidad Mecánica y Utilización de equipos de perforación.	69
Tabla 09.	Comparación de costos promedio de la zona de cuerpos y vetas.....	71
Tabla 010.	Indicadores clave de desempeño de equipos trackless.	78
Tabla 011.	Cash Cost de la Minera Alpayana, Unidad Americana.....	87
Tabla 012.	Comparación de Cash Cost de Unidades Mineras de la región.	88
Tabla 013.	Cash Cost promedio del mercado (2024-2025), en América Latina.	89
Tabla 014.	Cuadro de resumen de costos operativos por año de explotación de la Minera Alpayana, Unidad Americana.	104
Tabla 015.	Avances en preparación, desarrollo y extracción.....	105
Tabla 016.	Análisis de Costos por año de Avances por Proceso (Presupuesto vs. Real)	113
Tabla 017.	Cuadro de Mando del Rendimiento de la Flota de Equipos (DM vs. UM por Zona).....	118
Tabla 018.	Iteracion para optimizar procesos operativos.	136
Tabla 019.	Proyección de desempeño del estado actual vs. estado futuro	138
Tabla 020.	Cuadro de Mando para Monitoreo y Revisión del "Estado Futuro"	143
Tabla 021.	Ratio global de explosivos y accesorios por denominación genérica – Avances 2024.....	233

Tabla 022.	Cálculo de explosivos y accesorios por denominación genérica – Avances 2024.....	233
Tabla 023.	Ratio global de explosivos y accesorios por denominación genérica – Producción 2024	234
Tabla 024.	Cálculo de explosivos y accesorios por denominación genérica – Producción 2024.....	234

INDICE DE IMÁGENES.

Imagen 01.	Ubicación de la Mina Alpayana	15
Imagen 02.	Actitudes frente al riesgo	26
Imagen 03.	Representación del costo total anual de la Unidad Minera Alpayana.....	82
Imagen 04.	Extracción de mineral por año de la Minera Alpayana, unidad Americana.	83
Imagen 05.	Comparación de costos indirectos de la mina.....	91
Imagen 06.	Servicios de equipos de terceros.....	93
Imagen 07.	Comparación de costos del proceso de sostenimiento	95
Imagen 08.	Comparación de costos en el proceso de explotación por terceros	96
Imagen 09.	Comparación de costos del proceso de taladros largos.....	97
Imagen 010.	Comparación de costos del proceso de Relleno	98
Imagen 011.	Comparación de costos en el proceso de servicios auxiliares	100
Imagen 012.	Comparación de costos del proceso de transporte en superficie	101
Imagen 013.	Comparación de costos del proceso de suministros de mina.....	102
Imagen 014.	Avance total por año en metros lineales de preparación, desarrollo y extracción.	106
Imagen 015.	Costo total por año de Avance en preparación, desarrollo y extracción.	107
Imagen 016.	Costo de los avances en sostenimiento	109
Imagen 017.	Costo de los avances en servicios auxiliares.....	110
Imagen 018.	Costo de perforación RB/SLOT/VCR en los avances.	111
Imagen 019.	Costo de materiales de avances	112
Imagen 020.	Programado vs Ejecutado Zona Esperanza.....	164
Imagen 021.	Programado vs ejecutado zona Oroya	166

Imagen 022.	Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Esperanza	168
Imagen 023.	Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya	169
Imagen 024.	Avance Programado vs Ejecutado Zona Esperanza	170
Imagen 025.	Cumplimiento de avances por nivel – zona Esperanza.....	173
Imagen 026.	Avance programado vs ejecutado zona Oroya	174
Imagen 027.	Cumplimiento de avances por nivel – zona Oroya.....	176
Imagen 028.	Programado vs Ejecutado Zona Esperanza.....	177
Imagen 029.	Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Esperanza	179
Imagen 030.	Programado vs ejecutado zona Oroya	180
Imagen 031.	Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya	181
Imagen 032.	Avance Programado vs Ejecutado Zona Esperanza	182
Imagen 033.	Cumplimiento de avances por nivel – zona Esperanza.....	184
Imagen 034.	Avance programado vs ejecutado zona Oroya	185
Imagen 035.	Cumplimiento de avances por nivel – zona Oroya.....	187
Imagen 036.	Programado vs Ejecutado Zona Esperanza.....	188
Imagen 037.	Programado vs ejecutado zona Oroya	189
Imagen 038.	Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya	191
Imagen 039.	Cumplimiento de Avances por Nivel – Zona Esperanza.	192
Imagen 040.	Cuadro de cumplimiento de avances de la zona de Esperanza	193
Imagen 041.	Cumplimiento de Avances por nivel – zona Oroya.....	194
Imagen 042.	Cuadro de cumplimiento de Avances de la zona de Oroya	195
Imagen 043.	Producción zona Esperanza	196
Imagen 044.	Cumplimiento de Tonelaje por Tajo – Zona Esperanza.....	197
Imagen 045.	Producción por tajo de la zona Oroya.....	199

Imagen 046. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya	200
---	------------

INDICES DE ANEXOS

Anexo 01.	Reporte semanal (22 – 28 de julio) – Performance semanal - Producción mina. ..	157
Anexo 02.	Reporte semanal (15 – 21 de julio) – Performance semanal - Producción mina. .	158
Anexo 03.	Performance Semanal (15 – 19 Julio) - Avances	159
Anexo 04.	Detalle de avances y producción cuerpos (Semana 4 Junio – Semanas 1 y 2 Julio).	160
Anexo 05.	Detalle de avances y producción cuerpos (Semana 4 junio y Semana 1 Julio).	161
Anexo 06.	Detalle de avances y producción vetas (Julio).	162
Anexo 07.	Detalle de avances y producción vetas (Semana 4 junio – Semana 1 y 2 julio)	163
Anexo 08.	Metas físicas programadas para el mes de enero en zona vetas (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	164
Anexo 09.	Metas físicas programadas para el mes de enero en zona vetas (Avance) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	170
Anexo 010.	Metas físicas programadas para el mes de febrero en zona vetas (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	177
Anexo 011.	Metas físicas programadas para el mes de febrero en zona vetas (Avance) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	182
Anexo 012.	Metas físicas programadas para el mes de mayo en zona vetas (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	188
Anexo 013.	Metas físicas programadas para el mes de mayo en zona vetas (Avances) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	192
Anexo 014.	Metas físicas programadas para el mes de agosto en zona vetas Esperanza (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa	196
Anexo 015.	Metas físicas programadas para el mes de noviembre en zona vetas Oroya (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.	199

Anexo 016.	Disponibilidad vs Utilización de los equipos de la zona de vetas y cuerpos.	202
Anexo 017.	Disponibilidad vs utilización de los equipos de la zona de cuerpos.	203
Anexo 018.	Disponibilidad vs utilización de los equipos de la zona de Vetos.	204
Anexo 019.	MTTR (tiempo medio reparación) y MTBF (tiempo medio entre fallas) de la zona de cuerpos y vetas	205
Anexo 020.	Ausentismo de personal – nuevos ingresos.....	206
Anexo 021.	Budget de producción total – 2024.....	207
Anexo 022.	Costo de producción total - real.	209
Anexo 023.	Costos totales presupuestados vs real.....	211
Anexo 024.	Reporte de costos de operación presupuestado.	213
Anexo 025.	Reporte de costos de producción - Real.	215
Anexo 026.	Resumen de costos y avances de las labores de preparación, desarrollo y exploración.....	218
Anexo 027.	Reporte de costos y avances a diciembre 2024 - presupuesto.	219
Anexo 028.	Reporte de costos y avances a diciembre 2024 - real.	223
Anexo 029.	Labores de preparación – presupuesto.	227
Anexo 030.	Labores de preparación - real	229
Anexo 031.	Diseño de malla de perforación y voladura en labores de avance.	231
Anexo 032.	Cálculo de consumo de explosivos y materiales relacionados.	233
Anexo 033.	Mapa de proceso.....	235

ACRÓNIMOS

Acrónimo	Significado
CBM	Mantenimiento Basado en Condición (<i>Condition-Based Maintenance</i>)
DM	Disponibilidad Mecánica
ESG	Ambiental, Social y de Gobernanza (<i>Environmental, Social, and Governance</i>)
FMS	Sistema de Gestión de Flota (<i>Fleet Management System</i>)
GSI	Índice de Resistencia Geológica (<i>Geological Strength Index</i>)
ISO	Organización Internacional de Normalización (<i>International Organization for Standardization</i>)
KPI	Indicador Clave de Desempeño (<i>Key Performance Indicator</i>)
MTBF	Tiempo Medio Entre Fallas (<i>Mean Time Between Failures</i>)
MTTR	Tiempo Medio Para Reparar (<i>Mean Time To Repair</i>)
PDCA	Planificar, Hacer, Verificar, Actuar (<i>Plan, Do, Check, Act</i>)
PETS	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro
PMBOK	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (<i>Project Management Body of Knowledge</i>)
QA/QC	Aseguramiento de la Calidad / Control de la Calidad (<i>Quality Assurance / Quality Control</i>)
RMR	Clasificación del Macizo Rocoso (<i>Rock Mass Rating</i>)
TMD	Toneladas Métricas por Día
UM	Utilización Mecánica
VSM	Mapeo de la Cadena de Valor (<i>Value Stream Mapping</i>)

RESUMEN

La investigación aborda la problemática crítica de la optimización de beneficios de procesos clave con gestión de riesgos en la Unidad Americana de la Mina Alpayana S.A., una operación subterránea polimetálica que enfrenta una desviación del 30% en su cash cost ejecutado (\$63.5/t) frente al presupuestado (\$48.9/t), comprometiendo su viabilidad y competitividad.

El objetivo es desarrollar un tipo de gestión que, mediante el análisis cuantitativo de datos operativos, permita controlar los riesgos en las labores de desarrollo y explotación para restaurar la rentabilidad. Desde una perspectiva metodológica, se emplea un enfoque mixto que integra el análisis de procesos a través de la ISO 31000 para detectar ineficiencias operativas, complementado con una estructura sistemática respaldada por normas internacionales orientadas a la gestión de riesgos en entornos productivos. Como resultado, se diseña un plan de acción para un "Estado Futuro", proponiendo soluciones específicas. Incluyen la adopción de un Sistema de Gestión de Flota para optimizar la logística, el mantenimiento basado en condición para mejorar la fiabilidad y la reingeniería de perforación y voladura según datos geomecánicos para reducir la sobrerotura. Se determina que el sistema de gestión planteado resulta técnicamente factible y eficiente para controlar los riesgos detectados, reducir pérdidas en los procesos clave y mejorar el rendimiento económico de la unidad minera, favoreciendo la sostenibilidad financiera y el fortalecimiento operativo.

Palabras Clave: Gestión de Riesgos, Optimización de Procesos, Minería Subterránea y Costos Operativos.

ABSTRACT

This research addresses the critical problem of profit optimization in key processes through risk management at the Americana Unit of the Alpayana Mine S.A., a polymetallic underground operation facing a 30% deviation in its executed cash cost (\$63.5/t) versus the budgeted (\$48.9/t), compromising its viability and competitiveness.

The objective is to develop a management model that, through the quantitative analysis of operational data, allows for the control of risks in development and exploitation activities to restore profitability. Methodologically, a mixed-method approach is adopted, combining process analysis through ISO 31000 to identify operational inefficiencies, with a systematic structure based on international standards to manage risks in productive environments. As a result, an action plan for a "Future State" is designed, proposing specific technological and methodological solutions. These include the implementation of a Fleet Management System (FMS) to optimize logistics, a Condition-Based Maintenance (CBM) program to increase asset reliability, and the re-engineering of drilling and blasting processes based on geomechanical data to minimize overbreak. It is determined that the proposed management system is technically feasible and efficient for controlling the detected risks, reducing losses in key processes, and improving the economic performance of the mining unit, thereby fostering financial sustainability and operational strengthening.

Keywords: Risk Management, Process Optimization, Underground Mining and Operating Costs.

INTRODUCCIÓN

La minería contemporánea se desarrolla en un entorno marcado por la creciente presión regulatoria, la volatilidad de los mercados y la competencia global, lo que exige a las empresas optimizar continuamente sus procesos y controlar rigurosamente sus costos para asegurar su sostenibilidad. En este contexto, la gestión proactiva de riesgos en operaciones subterráneas se convierte en un factor estratégico para garantizar la eficiencia, la seguridad y la rentabilidad de las unidades mineras.

La presente investigación se centra en la Unidad Americana de la Mina Alpayana S.A., una operación polimetálica que en el año 2024 tuvo un incremento significativo entre la planificación financiera y los resultados operativos. El aspecto crítico identificado es la variación en el costo operativo unitario (cash cost), que pasó de 48.9 USD/t presupuestado a 63.5 USD/t ejecutado, generando una alerta financiera que compromete la viabilidad del negocio.

Este trabajo propone una estrategia integral sustentada en tres dimensiones:

Económica, orientada a la recuperación de la rentabilidad mediante la reducción de sobre costos y la optimización de recursos.

Metodológica, basada en la aplicación del marco de referencia de la ISO 31000, complementado con herramientas de mejora continua para identificar y eliminar ineficiencias en el ciclo productivo.

Operativa, enfocada en la implementación de soluciones técnicas y de gestión que permitan anticipar riesgos, estandarizar procesos y consolidar una cultura organizacional de mejora continua.

El documento está compuesto por cinco capítulos: el primero aborda el problema, objetivos y justificación; el segundo presenta el marco teórico y antecedentes sobre gestión de riesgos y optimización de procesos; el tercero describe la metodología y los indicadores de desempeño; el cuarto explica el proceso metodológico; y el quinto expone los resultados, discusión y recomendaciones para la gerencia de la Mina Alpayana.

Con ello, la investigación busca demostrar que la implementación de un sistema estructurado de gestión de riesgos constituye una herramienta eficaz para optimizar beneficios, reducir desviaciones presupuestarias y fortalecer la sostenibilidad operativa y financiera de la Unidad Americana.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La minería requiere actualizar constantemente la infraestructura para extraer minerales, dentro de este proceso se debe demostrar que no sólo la planificación es correcta y la más adecuada, sino que todo tipo de riesgos debidamente controlados; considerando varios factores: Costo unitario, legislación aplicable, metodología de extracción, gestión de riesgo, entre otros. La operación minera requiere lineamientos estratégicos y tácticos mientras existan yacimientos.

La ejecución de las actividades mineras está superando las expectativas de costos, lo cual puede deberse a ineficiencias en los procesos operativos, aumentos imprevistos en los precios de insumos o problemas logísticos.

Es probable que el análisis de riesgos, tanto operativos como financieros, no haya contemplado adecuadamente ciertos factores que afectan el desarrollo de la operación. Esto

podría estar vinculado a un mal dimensionamiento de los costos relacionados con maquinaria, mano de obra o insumos.

Es crucial revisar los factores que han impulsado este sobrecosto para ajustar el presupuesto o corregir las ineficiencias. Después de revisar el documento "BD reporte de costo de avances y BD reporte de costo de extracción" se identifican incumplimiento de metas.

El cumplimiento de las metas de avance y extracción presenta variaciones a lo largo de los meses. La meta de avance en metros lineales no se ha alcanzado, con solo un cumplimiento del 61% respecto al total programado hasta el mes de diciembre, lo que sugiere una posible revisión de la planificación y recursos asignados para poder alcanzar las metas establecidas.

El retraso en los avances lineales e incremento de costos de explotación podría deberse a diversos factores, como problemas logísticos, técnicos o de planeación. Es crucial evaluar si los recursos (equipos y personal) asignados son suficientes y si se están utilizando de manera óptima.

La operación se desarrolla en un entorno de alta incertidumbre en las operaciones e inducida por la propia actividad minera. La falta de un enfoque sistemático para identificar, evaluar y tratar estos riesgos se traduce en eventos no planificados, como la necesidad de sostenimiento reactivo, paradas por inestabilidad y fallas en equipos, que impactan directamente en los costos y la seguridad.

En un entorno altamente competitivo donde dominar los costos y mejorar la eficiencia son aspectos cruciales, la falta de sincronía entre la operación real y la planificación estratégica en la Mina Alpayana representa el punto crítico del diagnóstico.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cómo optimizar los beneficios de la Unidad Económica Americana en la Mina Alpayana S.A. considerando la gestión de riesgos operativos en las etapas de desarrollo y explotación identificados?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los riesgos operativos en los procesos de desarrollo y explotación que impactan negativamente en el cumplimiento de metas?
- ¿Qué plan de acción se debe diseñar para controlar efectivamente los riesgos operativos identificados?
- ¿Qué sistema de control y monitoreo es necesario establecer para transformar la toma de decisiones de reactiva a proactiva, garantizando así la mitigación de impactos negativos y la sostenibilidad de las mejoras en la operación?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

“Optimizar los beneficios con gestión de riesgos evaluando cuantitativamente la data operativa en las etapas de desarrollo y explotación en la Unidad Americana en la Mina Alpayana S.A.”

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de los procesos de desarrollo y explotación para identificar, cuantificar y priorizar los riesgos operativos que impactan negativamente el cumplimiento de metas.

- Diseñar un plan de acción y tratamiento de riesgos que establezca soluciones específicas para controlar los riesgos operativos.
- Establecer un sistema de control y monitoreo que facilite una toma de decisiones informada y proactiva, asegurando la mitigación de impactos negativos y la sostenibilidad de la mejora continua en la operación.

1.4. Justificación, importancia, limitación y delimitación de la investigación

1.4.1. Justificación de la investigación.

La investigación se justifica desde una perspectiva económica, metodológica y práctica, dada la necesidad crítica de la Unidad Minera Alpayana de alinear sus costos operativos reales con los planificados para asegurar su competitividad y sostenibilidad financiera. La desviación actual de aproximadamente un 30% en el cash cost ejecutado frente al presupuestado evidencia ineficiencias sistémica que se originan en una gestión de riesgos deficiente y riesgos operativos no controlados que impactan directamente en la rentabilidad y amenazan el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

Justificación Metodológica

Para abordar esta problemática, la investigación descarta enfoques puramente teóricos o de simulación compleja y se fundamenta en la aplicación de un marco de gestión de riesgos de la norma ISO 31000.

La adopción del marco de la Norma ISO se justifica por la necesidad de dotar a la investigación de una orientación sistemática, estructurado y reconocido para la gestión de los riesgos operativos identificados. la ISO 31000 proporciona el proceso formal para identificarlos, analizarlos, evaluarlos, tratarlos y monitorearlos de forma continua. Este enfoque asegura que la gestión de riesgos no sea una actividad aislada o

reactiva, sino un componente integral de la gestión operativa y estratégica, promoviendo una cultura proactiva de control y mejora continua.

Justificación Práctica y Teórica

La ISO 31000 ofrece el andamiaje gerencial para gestionarlos de manera eficaz y sostenible.

En la práctica, esta investigación entregará a la gerencia de la Mina Alpayana no solo un diagnóstico de sus problemas de costos, sino un plan de acción concreto, basado en datos y mejores prácticas, para optimizar sus procesos clave, mitigar riesgos operativos críticos y, en consecuencia, maximizar sus beneficios económicos.

Teóricamente, el estudio aporta a la validación de la aplicación eficaz de estas metodologías en el contexto específico de la minería subterránea, generando un conocimiento transferible que puede utilizarse como referencia para otras operaciones mineras que enfrentan retos de eficiencia y gestión de riesgos.

1.4.2. Importancia de la investigación

Esta investigación busca aportar una solución práctica a los desafíos de eficiencia y rentabilidad que enfrenta la Unidad Minera Alpayana. Su relevancia se manifiesta en cuatro dimensiones clave: económica, operativa, estratégica y de cultura organizacional.

Importancia Económica: La investigación es crucial porque aborda directamente el problema más apremiante de la operación: la desviación significativa de los costos operativos. El uso de **gestión riesgos** para identificar y cuantificar los desperdicios en los procesos de desarrollo y explotación permite analizar oportunidades para disminuir los costos directos e indirectos. La eliminación de tiempos de espera, la optimización en

el uso de materiales (explosivos, sostenimiento, etc.), reducir retrabajos y optimizar procesos críticos mejora el costo operativo.

Importancia Operativa: El estudio es importante porque promueve la transición de una gestión reactiva, basada en la corrección de problemas, a un modelo de control proactivo y basado en datos. La integración del marco ISO 31000 (gestión de riesgos) permite establecer un sistema robusto para gestionar los riesgos operativos (geomecánicos, fallas de equipos, logísticos) antes de que se materialicen como sobrecostos o paralizaciones. Esto permite operaciones estables, seguras y predecibles, facilitando que la mina cumpla sus planes de producción y desarrollo.

Importancia Estratégica: La investigación influye estratégicamente al facilitar mejores decisiones. Una operación con procesos optimizados y riesgos controlados es más resiliente y competitiva. La gerencia podrá tomar decisiones de inversión, planificación y diseño de minado con una mayor certeza sobre los costos y rendimientos esperados. Esto refuerza la posición de la Mina Alpayana y facilita la planificación para expandirse o evaluar nuevos proyectos.

Importancia para la Cultura Organizacional y el Conocimiento: finalmente la investigación es clave para fomentar una cultura de mejora continua (Kaizen). Capacitar al personal en identificar desperdicios y gestionar riesgos promueve eficiencia y seguridad laboral. Los resultados y la metodología de este estudio generan un conocimiento práctico y transferible, que no solo beneficia a la Unidad Americana, sino que puede ser replicado en otras operaciones, impulsando mejores prácticas en la gestión minera.

1.4.3. Limitación de la investigación

- Compromiso de la gerencia y facilidad de datos para la investigación.
- Tiempo y recursos para un mejor análisis.

1.4.4. Delimitación de la investigación

- La investigación se limita a la Unidad Americana en la mina Alpayana S.A. a los procesos de Desarrollo y Extracción, dentro de la gestión 2024.

1.5. Alcance.

La investigación abarca la Unidad Americana, de la mina Alpayana S.A., en los procesos de desarrollo y extracción que abarca desde los niveles 18 al 22 en las zonas de Cuerpos y Vetas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general:

La implementación de un enfoque sistemático de gestión de riesgos operativos contribuye la optimización de beneficios en la Unidad Americana de la mina Alpayana S.A.

1.6.2. Hipótesis específicas:

- El diagnóstico de los procesos actuales de desarrollo y explotación permite identificar y cuantificar riesgos operativos, demostrando una correlación directa entre estos riesgos y el incumplimiento de metas.
- El diseño de un plan de acción y tratamiento de riesgos es una estrategia efectiva para controlar los riesgos operativos identificados en el diagnóstico.

- El establecimiento de un sistema de control y monitoreo permite disponer de información para la toma de decisiones, lo que contribuye a gestionar los impactos negativos y fomenta la mejora continua.

1.7. Variables e indicadores.

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad
Modelo de Gestión de riesgos. (Independiente)	Optimización de procesos.	Variación del costo vs. presupuesto (%), Cumplimiento de producción y avance (%). Eficiencia de equipos: Disponibilidad de equipo (DM %), Utilización de Equipos (UE %).	%
	Gestión de riesgos	Número de riesgos operativos críticos identificados y evaluados	
Optimización de beneficios. (Dependiente)	Desempeño económico.	$B = I - C$ (Beneficio = Ingresos - Costos), la maximización de los ingresos (I) a través de la aceleración del flujo de valor y la reducción de los costos (C) mediante la eliminación sistemática de desperdicios.	\$/Tn
	Desempeño operativo.	Cumplimiento del Plan de Producción y avance (%)	%

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

La optimización de procesos operativos y la gestión de riesgos en minería subterránea son temas ampliamente abordados en la literatura técnica y académica, con estudios que demuestran cómo el control técnico-operacional y el enfoque preventivo inciden en la productividad y rentabilidad de las unidades mineras.

2.2.1. Estudios internacionales

Guerrero Useda (2016), investigadora de la universidad El Bosque, Bogota – Colombia, afirma que la minería subterránea presenta **“riesgos operacionales”** inherentes que afectan tanto la continuidad operativa como la sostenibilidad ambiental. Identificó que las principales amenazas en proyectos subterráneos están relacionadas con explosiones por acumulación de gases, deficiencia de oxígeno,

derrumbes y afectaciones ambientales críticas, tales como la pérdida de suelos y biodiversidad.

El análisis realizado en Colombia revela que los “**riesgos operacionales**” son predominantemente multicausales, producto de fallas humanas, deficiencias en los sistemas y ausencia de controles adecuados, lo que refleja la necesidad urgente de “**sistemas de gestión de riesgos integrales**”. Estos riesgos no solo generan pérdidas humanas, sino también daños económicos y socioambientales de alto impacto, trasladando el costo de los fallos a las comunidades y al Estado.

Parada Núñez (2020), en su tesis para la Universidad de Chile, aplicó Value Stream Mapping (VSM) (**gestión de riesgos**) para detectar cuellos de botella en Minera Los Pelambres. El estudio identificó 27 cuellos de botella y propuso soluciones que podrían generar hasta un 20% extra de ingresos, demostrando el poder del VSM para el diagnóstico y la mejora de la productividad en grandes operaciones cupríferas.

Zhafira et al. (2023) proporcionan un vínculo explícito y directo. En su estudio sobre el transbordo de carbón en Indonesia, utilizaron la norma ISO 31000:2018 (**gestión de riesgos**) como el marco principal para “**analizar los riesgos operativos**”, incluyendo fallas de equipos y retrasos. Las estrategias de mitigación resultantes, como el diseño de Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) y planes de emergencia, tenían el objetivo dual de crear un proceso "más seguro y eficiente". Este caso es un claro ejemplo de cómo el proceso de ISO 31000 se utiliza para impulsar la mejora de la eficiencia.

Nemati et al. (2019), publicado por Scirp.org, exploraron la implementación de herramientas Lean (incluyendo VSM, 5S, Kaizen) **(gestión de riesgos)** en una mina de oro subterránea en Canadá. La investigación cualitativa, basada en entrevistas a expertos, Se observó un impacto en la tasa de avance diario y una disminución en las tasas de ciertos accidentes laborales, lo que indica la aplicabilidad de Lean **(gestión de riesgos)** en la mejora económica y de seguridad en minería subterránea.

Indriati et al. (2023), en estudio aplicado en la industria del carbón en Indonesia utilizaron VSM **(gestión de riesgos)** para identificar y eliminar ocho tipos de desperdicios. La implementación de las mejoras propuestas en el Future State Map (FSM) resultó en una reducción del tiempo de proceso de 84,120 a 37,140 minutos y un aumento de la Eficiencia del Ciclo del Proceso (PCE) del 11.98% al 52.34%, permitiendo a la mina cumplir con la demanda del consumidor.

Identifying and Eliminating Waste in a Coal Mining Industry: The Value Stream Mapping Analysis (2023), un estudio aplicado en la industria del carbón en Indonesia utilizó VSM **(Gestión de riesgos)** para identificar y eliminar ocho tipos de desperdicios. La implementación de las mejoras propuestas en el Future State Map (FSM) resultó en una reducción del tiempo de proceso de 84,120 a 37,140 minutos y un aumento de la Eficiencia del Ciclo del Proceso (PCE) del 11.98% al 52.34%, permitiendo a la mina cumplir con la demanda del consumidor.

2.2.2. Estudios nacionales

Ccatamayo Barrios (2020), en su tesis en la Universidad Nacional del Centro del Perú, estudió cómo aplicar la filosofía Lean **(gestión de riesgos)** para aumentar la productividad de las excavaciones horizontales en la Mina Esmeralda en el año 2020.

El estudio identificó problemas como sobre-excavación y demoras, logrando, mediante la aplicación de Lean (**gestión de riesgos**), un incremento del tiempo productivo en 10.9% y una optimización del ciclo de minado de 22.51 a 19.16 horas. Este antecedente es crucial al demostrar la viabilidad y el impacto positivo de Lean en la productividad de excavaciones mineras en el contexto peruano.

Vila Valenzuela & Zafra Siancas (2019), en su estudio para el Grupo Volcan, demostraron el valor estratégico de la “**gestión de riesgos**” al integrarla con la simulación financiera de Monte Carlo. Su trabajo validó que un “**enfoque de riesgo**” estructurado permite cuantificar la probabilidad de cumplir con los planes de producción y, en última instancia, optimizar el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto, vinculando directamente la gestión de riesgos con la optimización de beneficios económicos.

2.2.Marco Contextual

2.2.1. Ubicación de la mina Alpayana S.A. – Unidad Americana.

La Unidad Americana de Mina Alpayana S.A. está en Piedra Parada, El Carmen, distrito de Chicla, Huarochirí, Lima, en el flanco oeste de los Andes (UTM 366761.70E 8710455.60N). las operaciones de Alpayana se ubica en el centro poblado de Casapalca que se ubica a 4350 m.s.n.m. y la bocamina principal Gubbins a 4200 m.s.n.m.

Imagen 01. Ubicación de la Mina Alpayana



Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Accesibilidad.

Para llegar a Alpayana, ubicada en el kilómetro 142 de la Carretera Central, en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, Lima, se deben seguir las siguientes indicaciones:

Desde Lima, debe dirigirse hacia el Este por la Carretera Central hasta llegar al distrito de Chosica. Posteriormente, continúe por la misma vía hacia el este hasta arribar al distrito de Chicla. Desde Chicla, siga hacia el noreste por la Carretera Central hasta Casapalca, en el kilómetro 142.

2.2.3. Geología y geomecánica.

El estudio busca definir los parámetros necesarios para garantizar la estabilidad, según una secuencia de minado propuesta, usando análisis y simulación por elementos finitos para determinar el Factor de Seguridad adecuado. Además, se evalúan los proyectos y progresos de explotación más efectivos local y globalmente para asegurar que la secuencia sea viable operacional y en términos de seguridad. Los factores geomecánicos en general de los macizos rocosos presentan isotropía en sus características de resistencia. Estas normalizan el sostenimiento a emplear en Alpayana en un rango definido de acuerdo con la calidad/clase del macizo rocoso encontrado insitu. Hasta el momento se ha descrito una de las partes, no menos importantes, de la planificación y diseño en la profundización de labores mineras; Empero, las clasificaciones del macizo rocoso no son la solución final a los problemas de diseño y planificación, sino un medio para ese objetivo.

a) Zona cuerpos Alpayana.

- **Geología estructural.** – La formación Casapalca tiene un rumbo N 20°W, que lo hace paralelo a la estructura andina. La estructura que sobresale es el anticlinal Casapalca, estas rocas están plegadas creando anticlinales y sinclinales.

- **Características de la masa rocosa.**

Tabla 01. Índice RMR zona Cuerpos.

I	II-A	II-B	III-A	III-B	IV-A	IV-B	V
AMARI LLO	AMARILL O	AMARILL O	VERDE CLARO	VERDE OSCURO	CELESTE	ROJO	AZUL
100 – 81	80 – 71	70 – 61	60 – 51	50 – 41	40 – 31	30 – 21	20 – 5
A	A	A	B	B	C	D	E

Fuente: Ingenieros S.R.Ltda (2024).

La masa rocosa evaluada se clasifica como GSI Fracturado Regular (F/R), correspondiendo al Tipo III de calidad Regular según el índice RMR, con valores entre 41 y 60 (Ingenieros S.R.Ltda, 2024, p. 51). Se observan grietas de 10 a 30 cm, persistencia de 3 a 10 m, aperturas de 1 a 5 mm, paredes ligeramente rugosas y onduladas, relleno sólido y calcitas de 0.1 a 1 mm. La mayoría de las discontinuidades muestran leve alteración y presencia de agua.

b) Zona vetas Alpayana.

- **Geología estructural.** – La formación Casapalca sigue el patrón de los Andes Peruanos (N 0° - 30° W), estos se pueden visualizar formando anticlinales y sinclinales. Las principales vetas de Casapalca siguen una falla sistemática con rumbos N30°-60°E y N50°-85°W, lo que determina su orientación noreste. (Meza Alcantara, 2018, p. 65).

- **Características de la masa rocosa.**

Tabla 02. Índice RMR zona vetas.

I	II-A	II-B	III-A	III-B	IV-A	IV-B	V
AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE CLARO	VERDE OSCURO	CELESTE	ROJO	AZUL
100 – 81	80 – 71	70 – 61	60 – 51	50 – 41	40 – 31	30 – 21	20 – 5
A	A	A	B	B	C	D	E

Fuente: Ingenieros S.R.Ltda (2024)

En la zona vetas, se encuentran emplazado en una roca arenisca silicificada con presencia de bandas de epidota, caracterizado según GSI en Fracturado Bueno (F/B) correlacionándolos con el índice RMR se encuentran dentro del Tipo III de calidad Regular con intervalo de valores 60 – 40. En los hastiales roca encajonante (Ingenieros S.R.Ltda, 2024, p. 51).

Tabla 03. Índice RMR zona vetas – Mineralización.

I	II-A	II-B	III-A	III-B	IV-A	IV-B	V
AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE CLARO	VERDE OSCURO	CELESTE	ROJO	AZUL
100 – 81	80 – 71	70 – 61	60 – 51	50 – 41	40 – 31	30 – 21	20 – 5
A	A	A	B	B	C	D	E

Fuente: Ingenieros S.R.Ltda (2024)

La calidad de la roca es regular a mala, según el GSI fracturado bueno (MF/R), con valores RMR entre 35 y 45 (Tipos III y IV) (Ingenieros S.R.Ltda, 2024, p. 51). Se observan grietas de 20-60 cm cada 3-7 m, aperturas de 1-5 mm y paredes rugosas con ondulaciones y relleno sólido. Hay calcitas de 0.1 a 1 mm y presencia puntual de carbonatos en la estructura.

2.2.4. Geología local

La formación Casapalca en Alpayana se caracteriza por la presencia de dos tipos de mineralización en una sucesión plegada de sedimentos continentales cretáceos, localizados en los extremos Este y Oeste del yacimiento.

- **Capas rojas Casapalca**, que contiene limonitas, lutitas rojizas y areniscas, con presencia de calizas blanquecinas. En esta formación existen fracturamiento con presencia de mineral.
- **Conglomerado Carmen**, En esta parte domina areniscas arcillosas silicificadas con coloración rojiza, con alteraciones hidrotermales, con conglomerados. En esta formación se encuentran porcentaje de mineral saturando la matriz de los conglomerados.

2.2.5. Geología Económica.

Alpayana S.A. es una mina que cuenta con reserva de mineral en forma de veta y cuerpos, su yacimiento polimetálico cuenta con la siguiente mineralogía: tetraedrita/freibergita, calcopirita, pirita, cuarzo, calcita, rodocrosita, esfalerita y galen (Fernandez Hermoza, 2008, p. 14).

En el emplazamiento de vetas se observan estructuras generadas por fracturas tensionales y de cizallamiento previas a la mineralización, formadas por el relleno hidrotermal de fisuras. Las vetas varían entre 3 y 5 km de longitud y se desarrollan desde los 4,800 hasta los 3,540 m.s.n.m., con rumbos de N30°E a N90°E y buzamientos variables. Estas vetas atraviesan cadenas litológicas como Americana, Carla, Esperanza, Mariana, Mercedes, y otras, presentando lazos cigmoides y ramificaciones en varias zonas específicas) (Fernandez Hermoza,

2008, p. 26).

En la formación de la zona de cuerpos se describe tres tipos:

- Diseminados contiguos a las vetas y Stockworks;
- Sulfuros disgregados relacionados en conglomerados.
- Vetillas y dispersiones en areniscas.

En la formación casapalca, los cuerpos mineralizados, en la mayor parte se encuentra depósitos tipo skarn, estos yacimientos son de reemplazamiento metasomático, de formas irregulares. Estos depósitos saturados por cavidades y por reemplazamiento metasomático. La epidota es un mineral calcosilicatado que evidencia la intrusión metasomática de Si, Al, Fe y Mg en areniscas y materiales calcáreos de la Formación Casapalca, formando depósitos skarn de zinc.

Las rocas encajonantes son: areniscas del segmento Casapalca, formación Casapalca, compuestos del segmento de Carmen, formación Casapalca, y volcánicos de la Alineación Carlos Francisco.

2.2.6. Gestión integrada de riesgos geomecánicos, hidrogeológicos y sísmicos

La presente sección desarrolla el análisis de los riesgos relevantes para la operación subterránea de la U.M. Americana, integrando los resultados obtenidos de los estudios geomecánicos, pruebas de sostenimiento, monitoreo sísmico y de convergencia, así como valorizaciones y evaluación de materiales de relleno, como parte del enfoque de optimización con gestión de riesgos.

- **Riesgos geomecánicos y su gestión.**

Se identifican zonas con calidad de macizo variable (RMR 35 a 65), con fracturamiento alto, roca tipo IIIB y condiciones estructurales

desfavorables en TJ.265, TJ.370 y RP (-)565. Los excesos de sobrerotura han generado incremento no planificado del volumen lanzado, reportado en la valorización febrero 2024, con impactos en el consumo de shotcrete (Ingenieros S.R.Ltda, 2024).

Tabla 04. Riesgos inherentes al proceso operativo

Zona / Nivel	RMR	Riesgos	Medidas Correctivas
TJ.265 (Nv.17A)	45-50	Caída de bloques, cuñas	Shotcrete estructural + pernos helicoidales
TJ.370 (Nv.19A)	< 45	Fallas activas, sobrecorte	Replanteo de sostenimiento + refuerzo
RP(-)565 (Nv.22)	41-50	Presión lateral por esfuerzos	Monitoreo convergencia + sostenimiento flexible
XC475W (Nv.12)	50-55	Deformación por relleno lateral	Pernos split set + shotcrete reforzado
GL290NE (Nv.19)	50-60	Fracturamiento y flexión por presión	Refuerzo cruzado con anclajes pasivos
TJ.454 (Nv.14–15)	< 45	Sobrecorte, falta de confinamiento	Sostenimiento doble capa: malla + shotcrete + pernos
XC215E (Nv.19)	45-50	Roca meteorizada, humedad persistente	Pernos autoperforantes + drenaje superficial
BP510NE (Nv.11)	55-60	Tensiones tangenciales post-voladura	Secuencia de avance por mallas + monitoreo sísmico
CA580SW (Nv.18.1)	50-55	Zonas débiles, caja piso frágil	Shotcrete estructural y tapón reforzado
XC700SE (Nv.23)	50-60	Dilatación progresiva del contorno	Sostenimiento de energía + monitoreo convergente

Fuente: Ejemplo de riesgos inherentes de procesos operativos de explotación y desarrollo (Ingenieros S.R.Ltda, 2024).

- **Riesgos hidrogeológicos.**

El relleno hidráulico presenta baja cohesión y consolidación parcial ($\varphi = 30.5^\circ$), mientras que el relleno detrítico posee propiedades más estables

($\varphi = 33.75^\circ$). Sin embargo, la acumulación de vacíos ($>94,000 \text{ m}^3$) en zonas como TJ.265 y TJ.454 expone a subsidencias y colapsos secundarios (Ingenieros S.R.Ltda, 2024).

Medidas recomendadas:

- Monitoreo hidráulico de rellenos y filtraciones.
 - Priorización de relleno detrítico en zonas con alto volumen o discontinuidades estructurales.
 - Refuerzo en cajas piso con shotcrete estructural.
- **Riesgos por esfuerzos inducidos y deformaciones.**

El monitoreo de convergencia en XC475W – NV.12 ha mostrado desplazamientos acumulados mayores a 10 mm, en sectores afectados por presión vertical y relajamiento post relleno (Ingenieros S.R.Ltda, 2024).

Medidas preventivas:

- Planificación de pilares y tapones estructurales.
 - Secuencia de avance controlado y refuerzo diferencial.
 - Frecuencia de mediciones según tendencia de aceleración (rojo $>10 \text{ mm}$, diario).
- **Riesgos estructurales y desempeño de sostenimiento.**

Los ensayos de pull test demostraron que los pernos instalados con brocas de 35 mm y columna combinada (resina + cemento) alcanzan capacidades portantes superiores (18 Tn) frente a resinas tipo ampolla o cementos con bolsa plástica (Ingenieros S.R.Ltda, 2024).

Medidas de control:

- Uso estandarizado de broca de 35 mm + resina doble compartimento + CEMCON tipo tela.
- Capacitación técnica sobre tiempos de batido y colocación.
- Control de calidad post-instalación con pruebas de pull test >17 Tn.

- **Riesgos por sismicidad inducida**

El estudio de microsismicidad 2024 identificó recurrencia de eventos >1.0 Mw (Magnitud de momento) entre NV.12 a NV.15, especialmente en sectores Casapalca y Cuerpos MS. La liberación de energía cinética acumulada puede comprometer sostenimientos convencionales (Ingenieros S.R.Ltda, 2024).

Medidas de control:

- Implementación de sostenimiento sísmico resistente (shotcrete con fibras, pernos de energía).
- Zonificación sísmica y restricción operativa temporal.
- Migración del sistema microsísmico para cobertura hasta NV.24.

2.3. Marco Conceptual.

2.3.1. Conceptos que se debe tomar en cuenta en gestión de riesgos.

2.3.1.1. ¿Qué es Riesgo?

El "riesgo" es la posibilidad de que ocurra un hecho que afecte positiva o negativamente los objetivos de una entidad, organización, proyecto o individuo. Implica incertidumbre y puede traducirse en beneficios o amenazas para el logro de las metas planteadas. (Project Management Institute, 2021, p. 122).

A lo largo del proyecto, los riesgos, se deben identificar proactivamente ya

sea para minimizar los impactos de éste o para maximizar los impactos de las oportunidades. Eso implica que tanto las amenazas como las oportunidades, si hay una planificación, disponen de un conjunto de posibilidades para abordarlas y de esta depende si los impactos positivos o negativos benefician a la organización.

Amenazas, cuando el riesgo se traduce en una amenaza y hay la posibilidad de que uno o más de los objetivos puede ser afectada de manera negativa se debe proceder de la siguiente manera (Project Management Institute, 2021, p. 218):

- Evitar: se actúa para eliminar o proteger del impacto.
- Escalar: se procede así cuando la amenaza está fuera del alcance o supera el límite del directorio.
- Transferir: La acción consiste en transferir el riesgo a un tercero para que este asuma el impacto correspondiente.
- Mitigar: se actúa de esta manera para minimizar el impacto de la amenaza o minimizar la probabilidad de ocurrencia.
- Aceptar: se actúa de esta manera cuando se es consciente de la amenaza y se tiene implementado un plan de contingencia.

Oportunidades, cuando el riesgo se traduce en una oportunidad y hay la posibilidad de que uno o más de los objetivos tenga un impacto positivo se debe proceder de la siguiente manera (Project Management Institute, 2019, p. 125):

- Explotar: se actúa para asegurar esta oportunidad.
- Escalar: en esta situación, la oportunidad se encuentra fuera del alcance del directorio.
- Compartir: en esta situación, la oportunidad se asigna a un tercero que está

en la mejor situación para aprovecharla.

- Mejorar: en este contexto, se toman medidas para aumentar la probabilidad de que la oportunidad ocurra o tenga un mayor impacto.
- Aceptar: en esta situación, se acepta la existencia de la oportunidad, pero, no se aborda con medidas para aprovecharlas.

Existen diversos tipos de riesgos: financieros, operativos, estratégicos y de cumplimiento. Identificarlos y gestionarlos eficazmente es clave en negocios, inversiones, proyectos y toma de decisiones.

2.3.1.2. Riesgo y problema

En la definición del riesgo, líneas arriba, habla de algo que no ha ocurrido, de una probabilidad que en ciertas circunstancias puede llegar a materializarse y que podría haber un problema con el tiempo, empero, un problema ya ocurrió, puede que se corrija, pero hubo daños, involucrados y valga la redundancia correcciones, entonces un riesgo no es un problema. Los problemas son reactivos y los riesgos proactivos (Buchtik, 2012, p. 45).

2.3.1.3. Tolerancia al riesgo

La tolerancia al riesgo es el grado en que una persona u organización acepta la incertidumbre y posibles pérdidas para alcanzar sus metas, sin comprometer resultados clave.

En el contexto de la gestión de riesgos en proyectos mineros u operaciones, la tolerancia al riesgo implica evaluar cuánta variabilidad o posibles contratiempos se consideran aceptables. Factores como la aversión al riesgo, los objetivos específicos del proyecto, la capacidad financiera y la naturaleza de la

actividad influyen en este nivel de tolerancia.

Una alta tolerancia al riesgo indica que la entidad está dispuesta a asumir mayores niveles de incertidumbre en busca de mayores beneficios, mientras que una baja tolerancia al riesgo sugiere una preferencia por evitar riesgos y buscar estrategias más conservadoras. Comprender la tolerancia al riesgo resulta fundamental para adoptar decisiones informadas y desarrollar estrategias de gestión que estén en sintonía con los objetivos y la cultura organizacional. La administración de los riesgos se llevará a cabo en función del nivel de riesgo que las partes interesadas estén dispuestas a asumir (Buchtik, 2012, p. 49).

Imagen 02. Actitudes frente al riesgo

REACIO AL RIESGO	NEUTRAL	ATRAÍDO POR EL RIESGO
		
Es poco tolerante al riesgo.	Su tolerancia es neutral.	Es muy tolerante al riesgo.
Rechaza o evita los riesgos. Prefiere la certidumbre. Cuanto mayor es el riesgo, menor es su motivación.	El riesgo le da igual.	Le motiva tomar riesgos. Los busca. Cuanto mayor es el riesgo, mayor es su motivación.
Busca estrategias para evitar el riesgo o transferirlo.	No hace nada.	Busca estrategias para gestionar el riesgo. Lo acepta.
Ve al riesgo como una amenaza.	No lo ve ni como una amenaza ni como	Ve al riesgo como una oportunidad.

Fuente: Buchtik, 2012, p. 50.

2.3.1.4. ¿Qué es gestionar los riesgos?

Cuando ya ocurren las cosas, o se materializa el riesgo, solo queda enmendar o corregir, como se pueda, el problema; no se puede tomar decisiones con probabilidades a favor de metas y objetivos. La gestión de riesgos consiste en anticiparse a los problemas, siendo proactivos en lugar de reactivos. Este proceso implica planificar respuestas, ejecutar y monitorear planes de acción para optimizar resultados positivos y minimizar los negativos en la empresa (Buchtik, 2012, p. 36).

2.3.1.5. Tipos de riesgo

Riesgos financieros: Están asociados a la gestión financiera y a las fluctuaciones del mercado.

- Riesgo de Mercado: Pérdidas derivadas de cambios adversos en precios financieros:(Soler Ramos et al., 1999).
 - Riesgo de Tipo de Cambio: Por variaciones en divisas.
 - Riesgo de Tasa de Interés: Por fluctuaciones en tasas de interés.
 - Riesgo de Precio: Por cambios en precios de activos como acciones o bonos.
- Riesgo de Crédito: Incumplimiento de obligaciones por parte de una contraparte.
- Riesgo de Liquidez: Dificultad para cumplir pagos o convertir activos en efectivo sin pérdida relevante de valor.

Riesgos Operacionales, pérdidas que pueden originarse debido a fallos o insuficiencias en los procesos internos, recursos humanos, sistemas

tecnológicos o como resultado de eventos externos.

- Fallas en Procesos: Errores en la ejecución de actividades operativas.
- Errores Humanos: Acciones u omisiones de los empleados que generan pérdidas.
- Fallas de Sistemas: Problemas con la tecnología de la información, infraestructura, etc.
- Eventos Externos: Desastres naturales, fallos en servicios públicos, pandemias, etc. (No confundir con riesgos ambientales o estratégicos que tienen su propia categoría, aunque pueden tener solapamientos).
- Riesgo Legal (a menudo incluido aquí según Basilea II): Incumplimiento de leyes, regulaciones, o fallos en la documentación contractual. Sin embargo, muchos lo consideran una categoría separada (Guerrero Useda, 2016).

Riesgos Estratégicos, relacionados con decisiones estratégicas y ejecución empresarial.

- Riesgos de Planificación: Errores en la formulación de la estrategia.
- Riesgos de Ejecución: Dificultades para efectuar la estrategia definida.
- Riesgos del Entorno Competitivo: Cambios en el mercado, aparición de nuevos competidores, obsolescencia tecnológica.
- Riesgos de Gobierno Corporativo: Deficiencias en la estructura de liderazgo y supervisión (Crentio, 2025).

Riesgos de Cumplimiento (Legales y Regulatorios), derivados del

incumplimiento de leyes, regulaciones, normativas sectoriales, políticas internas y obligaciones contractuales.

- Sanciones Legales: Multas, penalizaciones por incumplimiento.
- Pérdida de Licencias: Imposibilidad de operar debido a la revocación de permisos.
- Disputas Contractuales: Incumplimiento de términos y condiciones de contratos (González, 2000).

Riesgos Reputacionales, amenaza de daño a la imagen pública, la marca y la confianza de los stakeholders (clientes, inversores, empleados, sociedad en general).

- Publicidad Negativa: Derivada de escándalos, mala calidad de productos/servicios, conductas no éticas.
- Crisis de Comunicación: Manejo inadecuado de situaciones críticas.

Riesgos Laborales (o de Seguridad y Salud en el Trabajo), riesgos laborales relacionados con seguridad, salud y bienestar: (Norma Internacional ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

- Físicos: Ruido, vibraciones, temperaturas extremas, radiaciones.
- Químicos: Sustancias tóxicas, inflamables, corrosivas.
- Biológicos: Virus, bacterias, hongos.
- Ergonómicos: Posturas incorrectas, movimientos repetitivos, levantamiento inadecuado de cargas.
- Psicosociales: Estrés, acoso, violencia laboral, exceso de trabajo.

Riesgos Ambientales, impacto ambiental de las actividades organizacionales o

influencia del entorno en la organización.

- Contaminación: Emisiones, vertidos, generación de residuos peligrosos.
- Agotamiento de Recursos Naturales: Uso insostenible de materias primas, agua, energía.
- Cambio Climático: Impactos físicos, como eventos climáticos extremos, e impactos de transición, incluidos cambios regulatorios, tecnológicos y de mercado relacionados con la transición hacia una economía baja en carbono.
- Desastres Naturales: Terremotos, inundaciones, huracanes que afectan las operaciones o activos.

Riesgos Políticos y Geopolíticos, derivados de la inestabilidad política, cambios en políticas gubernamentales, conflictos internacionales o eventos sociales que afectan el entorno de negocio.

- Cambios Regulatorios Drásticos: Expropiaciones, nacionalizaciones, cambios impositivos significativos.
- Inestabilidad Social: Disturbios, huelgas generalizadas.
- Conflictos Internacionales: Guerras, sanciones comerciales.

Riesgos Tecnológicos y de Ciberseguridad, sobre tecnología y seguridad informática.

- Fallos de Hardware/Software: Interrupciones del servicio, pérdida de datos.
- Obsolescencia Tecnológica: Incapacidad de adaptarse a nuevas

tecnologías.

- Ciberataques: Robo de datos, ransomware, denegación de servicio (DoS/DDoS), malware.
- Violaciones de Privacidad de Datos: Incumplimiento de normativas de protección de datos.

Riesgos Puros vs. Especulativos, Esta es una clasificación más general basada en la naturaleza del resultado.

- Riesgos Puros: Solo existe la posibilidad de pérdida o ninguna pérdida (ej. incendio, robo). No hay posibilidad de ganancia. Generalmente son asegurable.
- Riesgos Especulativos: Existe la posibilidad de ganancia, pérdida o ninguna pérdida (ej. lanzamiento de un nuevo producto, inversiones financieras). Generalmente no son asegurable en el sentido tradicional, pero se gestionan a través de decisiones estratégicas y financieras.

2.3.1.6. Mapeo de procesos.

El mapeo de procesos es una herramienta visual para analizar y mejorar cómo se realizan las actividades en una organización (Anexo 33). Ayuda a optimizar la eficiencia, reducir desperdicios y cumplir objetivos estratégicos.

Componentes del mapeo de procesos:

- Entradas: Materiales o información que se transforman para generar un resultado.
- Recursos: Personal, herramientas y datos que permiten ejecutar el

proceso.

- Salidas: Resultado final de la transformación del insumo.
- Controles: Políticas o restricciones aplicadas al proceso y sus resultados.

Tipos de procesos:

- Procesos Estratégicos: Relacionados con la razón de ser del negocio.
- Procesos de Operativos: Incluyen planeamiento estratégico y gestión de objetivos.
- Procesos de Apoyo: Facilitan el funcionamiento organizacional (ej. logística, mantenimiento, tecnología).

2.3.2. Gestionando riesgo.

2.3.2.1. Técnicas de evaluación de riesgo.

Son herramientas o enfoques específicos utilizados para identificar, analizar y evaluar riesgos dentro de un proceso o sistema. Estas técnicas pueden aplicarse de forma independiente o combinadas dentro de una metodología más amplia. Son más bien procedimientos específicos para abordar ciertos aspectos del análisis de riesgos.

Ejemplos de Técnicas de Evaluación de Riesgo:

Análisis Causa-Raíz (Root Cause Analysis - RCA): Identifica las causas fundamentales de un riesgo o problema.

Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE): Evalúa los modos de fallo potenciales de un sistema y su impacto.

Análisis de Árbol de Fallos (AAF): Representa gráficamente las posibles causas de fallos de un sistema.

Análisis de Riesgo Cuantitativo (ARC): Usa modelos matemáticos para cuantificar el impacto del riesgo.

Matrices de Riesgo: Clasifica los riesgos en función de su probabilidad e impacto.

2.3.2.2. Metodologías de evaluación de riesgo.

Son enfoques estructurados que combinan múltiples técnicas para la identificación, análisis y mitigación de riesgos dentro de un marco organizativo. A diferencia de las técnicas individuales, las metodologías abarcan un conjunto de pasos organizados y estructurados para la gestión del riesgo.

Ejemplos de Metodologías de Evaluación de Riesgo:

ISO 31000 (Gestión de Riesgos): Proporciona un recuadro general para la gestión del riesgo de una organización.

PMBOK (Project Risk Management según PMI): Contempla una serie de pasos sistemáticos para la identificación y gestión del riesgo en proyectos

COSO ERM: Dirección organizado para la gestión integral de riesgos corporativos.

HAZOP (Hazard and Operability Study): Metodología utilizada para identificar peligros y problemas operativos en procesos industriales.

BOW-TIE (Análisis Bowtie): Permite visualizar la relación entre las causas de un evento de riesgo y sus consecuencias.

Mapeo de la Cadena de Valor (VSM, Value Stream Mapping): es fundamentalmente una metodología (o herramienta/técnica dentro de la filosofía Lean)

2.3.2.3. Norma ISO 31000:2018.

La ISO 31000 es iterativo y flexible que requiere compromiso organizacional. Permite a las empresas gestionar riesgos de manera estructurada, garantizando resiliencia y sostenibilidad en un entorno dinámico y competitivo. Los ejemplos prácticos de implementación demuestran cómo esta norma ayuda a las organizaciones a alcanzar objetivos estratégicos y operativos mientras minimizan impactos negativos.

La norma ISO facilita la estructura y es adaptable para la gestión de riesgos, aplicable a las organizaciones, independientemente de su tamaño, sector o tipo de riesgo. A continuación, se detallan los pasos fundamentales para implementar esta metodología, con ejemplos prácticos y referencias relevantes:

Paso 1: Comprender el contexto.

Definir el contexto de la organización, identificando factores internos (estructura organizativa, recursos) y externos (mercado, regulaciones) que influyen en la gestión de riesgos. Establecer los Objetivos, alinear los objetivos de la gestión de riesgos con las metas estratégicas de la organización. (NORMA INTERNACIONAL ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

Paso 2: Identificación de riesgos.

Identificar Amenazas y Oportunidades, recopilar datos relevantes para identificar riesgos en procesos, activos y actividades. Documentar Riesgos, registrar los riesgos identificados en un sistema accesible, priorizando aquellos que pueden tener un impacto significativo. (NORMA INTERNACIONAL ISO

31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

Paso 3: Análisis de riesgos.

Evaluar y determinar la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y el impacto potencial de éstos. Priorizando y clasificando por su criticidad y generando acciones para aquellos con mayor impacto (NORMA INTERNACIONAL ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

Paso 4: Tratamiento de riesgos.

Elaborar planes de acción, diseñar las estrategias para evitar, mitigar, transferir o aceptar riesgos según su clasificación. Implementar Medidas, ejecutar los planes diseñados, asignando responsabilidades claras y plazos definidos (NORMA INTERNACIONAL ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

Paso 5: Monitoreo y revisión.

Establecer indicadores de desempeño, desarrollar métricas para el seguimiento de la efectividad de las propuestas desarrolladas para la mejora. Se debe supervisar constantemente el sistema de gestión de riesgos y garantizar la continuidad operativa. Las Auditorías serán periódicas para revisar y ajustar las estrategias basadas en los resultados y cambios en el contexto (NORMA INTERNACIONAL ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

Paso 6: Integración y mejora continua.

Incorporar la gestión de riesgos en los procesos para la mejora continua de la organización. Promover una cultura de gestión de riesgos, sensibilizar y capacitar al personal sobre la importancia de gestionar riesgos de forma

proactiva (NORMA INTERNACIONAL ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, 2018).

2.3.3. La gestión de procesos.

Ninguna organización puede rendir por encima de la calidad de sus propios procesos. Gestionar “por procesos” significa conducir toda la entidad a partir de esas cadenas de actividades que, partiendo de una entrada, añaden valor y entregan un producto o servicio capaz de satisfacer al cliente. Adoptar esta perspectiva reporta, entre otras, las siguientes ventajas:

- Vincula las metas estratégicas de la empresa con las necesidades y expectativas del mercado.
- Hace visible dónde y cómo se genera el valor dentro de la organización.
- Deja claros los recorridos de materiales e información a lo largo de la cadena.
- Evidencia la forma real de trabajar y las relaciones proveedor-cliente entre las distintas áreas.

Para que esta lógica funcione, resulta indispensable un soporte logístico que permita gestionar, de extremo a extremo, los flujos físicos y de datos, desde los proveedores hasta los consumidores finales. En el caso de las empresas de servicios, el principal indicador de éxito es el nivel de satisfacción del cliente; dicho nivel solo se alcanza con un abastecimiento eficiente y una distribución puntual, coherentes con la planificación de los procesos.

La alta dirección, por su parte, debe dotar a la organización de una estructura que facilite el logro de su misión y de su visión. No en vano, la implantación de la gestión basada en procesos se ha confirmado como una de las palancas de mejora más

efectivas, aplicable a toda clase de organizaciones.

En definitiva, se considera proceso a cualquier actividad, o conjunto articulado de actividades, que utilice recursos y controles para transformar entradas (especificaciones, insumos, información, servicios, etc.) en salidas (nuevos datos, productos o servicios) con valor añadido.

2.3.4. Optimización de beneficios.

La optimización de beneficios en la Unidad Minera Alpayana, entendida como la maximización de la función $B = I - C$ (Beneficio = Ingresos - Costos), se fundamenta en un modelo de gestión que aplica dos palancas estratégicas a los procesos de interior mina: la maximización de los ingresos (I) a través de la aceleración del flujo de valor y la reducción de los costos (C) mediante la eliminación sistemática de desperdicios. Las mejoras en los procesos de transporte, perforación, voladura, sostenimiento, ventilación y otros no son fines en sí mismos, sino los medios para manipular estas dos palancas financieras.

- **Maximización de Ingresos (I) a Través de la Optimización de la Velocidad Operativa.**

Los ingresos de la mina están directamente ligados a la cantidad de mineral valioso procesado. En el contexto operativo, la variable más influenciada es el Tonelaje (T), que depende de la velocidad y continuidad del ciclo productivo. Los siguientes procesos son cruciales para maximizar este flujo:

Transporte y Acarreo Ágil: El sistema de transporte es la arteria principal del flujo de ingresos. Un sistema optimizado maximiza el tonelaje (T) movido por unidad de tiempo.

La eliminación del desperdicio de "Tiempos de Espera" y la mejora de la Utilización de Equipos (UM), que en Alpayana es críticamente baja ($< 55\%$), permite mover más mineral con los mismos activos, incrementando directamente (T) y, por ende, los ingresos.

Ritmo en Perforación y Voladura: La velocidad con que se preparan y explotan nuevos frentes de trabajo dicta el ritmo máximo de producción sostenible.

La reducción de "Tiempos de Espera" por fallas de equipos (baja Disponibilidad Mecánica) y la eliminación de "Defectos" como los tiros fallados, que requieren reprocesos, acelera el ciclo de minado. Un ciclo más rápido permite habilitar más frentes, sosteniendo un (T) elevado a lo largo del tiempo.

Ventilación Eficiente: Aunque es un servicio auxiliar, la ventilación impacta directamente las horas productivas.

Un sistema de ventilación optimizado minimiza el "Tiempo de Espera" por evacuación de gases post-voladura. Cada minuto ganado en la reentrada a la labor es un minuto que se puede dedicar a producir, maximizando el tiempo efectivo de trabajo y, por consiguiente, el potencial de (T).

- **Reducción de Costos (C) a Través de la Eliminación de Desperdicios y Retrabajos**

La reducción de costos se logra al pasar de una gestión reactiva, que paga por corregir errores, a una proactiva que los previene. El análisis se centra en los sobrecostos generados por ineficiencias en el ciclo de excavación.

El eje de costos: Perforación-Voladura-Sostenimiento: Estos tres procesos están intrínsecamente ligados. El sobrecosto en sostenimiento no es un problema de sostenimiento en sí, sino el síntoma de fallas en las etapas previas.

La causa raíz del sobrecosto en sostenimiento (+55.7%) es la sobrerotura, un "Defecto" originado en la perforación imprecisa y la voladura con "Sobrepocesamiento" de explosivos. Al controlar la calidad de la voladura para que se ajuste a las condiciones geomecánicas (RMR entre 35 y 60), el sostenimiento deja de ser un "Retrabajo" reactivo y costoso, y se convierte en una actividad preventiva, estandarizada y de menor costo. Esto ataca directamente la causa del principal sobrecosto operativo.

Fiabilidad de Activos para Controlar Costos Indirectos: La dependencia de recursos externos es una de las mayores fugas financieras.

El sobrecosto extremo en "Servicios de Equipos a Terceros" (+153.5%) es la consecuencia directa de la baja fiabilidad de la flota propia, evidenciada por una baja Utilización Mecánica (UM) y fallas recurrentes. Mejorar la fiabilidad de los activos internos mediante un mantenimiento predictivo y una mejor gestión de personal elimina la necesidad de estos costosos "parches" operativos, reduciendo drásticamente los costos.

2.3.5. Producción y Operación minera.

Producción minera, es el resultado medible de la actividad extractiva y de beneficio: la cantidad de metal contenido (para minerales metálicos) o el peso seco extraído/beneficiado (para minerales no metálicos) que se obtiene después de las etapas de concentración y precipitación. El Ministerio de Energía de Minas (*Producción*

Minera - Informes y publicaciones - Ministerio de Energía y Minas - Plataforma del Estado Peruano, s. f.) lo define así:

“La producción minera en el Perú es la actividad extractiva de minerales (metálicos y no metálicos) de la tierra y su posterior procesamiento para su comercialización”

Si las operaciones son el "cómo", la producción es el "cuánto" y "de qué calidad". Se define como el resultado medible de la actividad extractiva y de beneficio: la cantidad de metal contenido (para minerales metálicos) o el peso seco extraído/beneficiado (para minerales no metálicos) que se obtiene después de las etapas de concentración (*Glosario Minero Perú, s. f.*).

Operación minera, corresponde a la fase del ciclo minero en la que se realiza la extracción física del yacimiento y todas las actividades asociadas que permiten mantener ese proceso de forma continua y segura. Se extiende normalmente por la mayor parte de la vida de la mina. para el MINEM y Osinergmin, las operaciones mineras son el conjunto integral de todos los procesos técnicos, logísticos y de gestión necesarios para llevar a cabo la actividad minera, desde la exploración hasta el cierre definitivo de la faena.

Tabla 05. *Diferencias entre producción y operaciones mineras*

Aspecto	Producción minera	Operación minera
Enfoque	Métrica de salida (volumen/ley/valor del mineral ya beneficiado).	Conjunto de procesos (extracción, transporte, procesamiento, servicios) que permiten alcanzar esa producción.
Horizonte	Se registra y reporta en períodos diarios, mensuales o anuales; sirve para indicadores económicos y tributarios.	Comprende toda la vida útil productiva de la mina, desde el primer disparo de producción hasta el inicio del cierre.
Indicadores típicos	Toneladas métricas de concentrado, onzas finas de metal, cash cost por tonelada vendible.	Disponibilidad y utilización de equipos, tasa de avance o de producción frente a plan, índices de seguridad y sostenibilidad.
Responsables directos	Gerencia de planificación/contabilidad de mina y área comercial.	Superintendencias de mina, planta, mantenimiento, seguridad y medio ambiente.

Fuente: elaboración propia con base en el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería —D.S. 014-92-EM, arts. 38, 40 y 50— y en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería —D.S. 024-2016-EM, Título IV “Gestión de las Operaciones Mineras.

2.3.6. Costos de producción vs operación

Aunque suelen confundirse, costo de producción y costo de operación (OPEX) describen realidades diferentes. El primero refleja lo que cuesta “fabricar” el concentrado; el segundo incorpora, además, todo el gasto que mantiene a la empresa

en marcha. Reconocer la diferencia permite evaluar con precisión la eficiencia técnica y la rentabilidad global de la faena.

Tabla 06. Diferencia entre costos de producción y costos de operación

Aspecto	Costo de producción minera	Costo de operación minera
Definición	Suma de todos los costos de adquisición y transformación necesarios para que el mineral “tenga su condición y ubicación actuales” (materiales directos, mano de obra directa, gastos generales de fabricación fijos + variables). Se capitaliza en inventarios y se reconoce como gasto cuando se vende el concentrado.	Gastos incurridos para mantener la fuente productora durante el periodo operativo , más allá del costo capitalizado en inventarios: preparación, desarrollo, extracción, procesamiento, mantenimiento, servicios de apoyo, energía, regalías, administración de mina, etc. Se deducen directamente en resultados del ejercicio.
Momento contable	Se reconoce como activo (inventario) y se difiere hasta la venta.	Se reconoce como gasto del periodo (deducible) cuando se incurre.
Uso principal	Valorización de inventarios, márgenes brutos, cumplimiento de producción mínima (Ley General de Minería, arts. 38-40).	Planeamiento presupuestal, control de eficiencia operativa, proyecciones de flujo de caja y determinación de la renta neta imponible.

Fuente: Elaboración propia con base en NIC 2 “Inventarios”, párrs. 10-16 (costo de conversión y de producción) Ministerio de Economía y Finanzas; y en la metodología de costos “Cash Cost C1-C2-C3” difundida por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE).

Costo de producción = “cuánto me cuesta fabricar una tonelada de concentrado”.

Costo de operación = “cuánto me cuesta mantener funcionando la mina durante el

periodo”.

El Costo de Operación (OPEX) se refiere a todos los gastos continuos y recurrentes en los que una empresa incurre para mantener sus actividades comerciales del día a día. Son los costos necesarios para "mantener las luces encendidas". Estos gastos se consumen típicamente dentro del año fiscal en que se realizan y no crean un activo o beneficio futuro duradero (Tomás Porras & León Huamán, 2020).

La definición de OPEX se entiende mejor en contraste con su contraparte: el CAPEX (del inglés Capital Expenditures) o Gastos de Capital. El CAPEX representa las inversiones significativas que una empresa realiza en activos fijos o de largo plazo con el objetivo de generar beneficios futuros. En minería, ejemplos claros de CAPEX incluyen la construcción de una nueva mina, el desarrollo de un nuevo tajo, la compra de una flota de camiones o una pala, o la construcción de una planta de procesamiento (Tomás Porras & León Huamán, 2020).

Concepto para diagnosticar la crisis de rentabilidad de la Mina Alpayana, considerando más allá de la simple contabilidad para revelar las ineficiencias operativas que inflan el costo de "mantener funcionando la mina". La desviación del 30% en el cash cost (\$63.5/t real vs. \$48.9/t presupuestado) no es un problema aislado, sino el resultado de fallas sistémicas. El capítulo desglosa este costo operativo para identificar los focos críticos de sobrecosto, como Sostenimiento (+55.7%), Servicios de Equipos a Terceros (+153.5%) y Costos Indirectos (+95.5%), vinculándolos directamente a riesgos operativos no gestionados, como la baja fiabilidad de la flota propia y una ejecución deficiente en perforación y voladura.

De esta manera, la evaluación del costo operativo total como la principal

herramienta de diagnóstico para cuantificar el impacto económico de los riesgos y justificar la implementación de un modelo de gestión optimizado.

2.3.7. Cash Cost como indicador clave de desempeño.

Formalmente, el Cash Cost se define como el costo total en efectivo incurrido para producir una unidad vendible del metal principal de una mina (por ejemplo, dólares por onza de oro o centavos de dólar por libra de cobre), después de deducir los ingresos generados por la venta de subproductos (Schwarz, 2020).

En primer lugar, sirve como el principal indicador para medir la rentabilidad y la viabilidad competitiva de un negocio minero en el corto plazo. Una operación con un Cash Cost bajo posee un colchón de rentabilidad más amplio, lo que le permite soportar períodos de precios bajos de los metales y generar mayores retornos cuando los precios son favorables (Nieto Glencore, 2013).

En segundo lugar, el Cash Cost representa el precio de mercado teórico al cual el flujo de caja de la operación, derivado de su actividad principal, se vuelve cero. Es decir, es el precio mínimo que la mina necesita recibir por su producto para cubrir todos sus desembolsos de efectivo operativos. Esta característica lo convierte en una herramienta sumamente poderosa para el análisis de sensibilidad, la evaluación de riesgos y la toma de decisiones estratégicas, como la de continuar operando, suspender temporalmente o cerrar una faena durante ciclos de precios adversos. Al comparar el Cash Cost con la cotización internacional del metal, se puede determinar de manera inmediata si la empresa está generando o consumiendo caja (Nieto Glencore, 2013).

2.3.8. Costo unitario como una herramienta de gestión granular.

Mientras que el Cash Cost es una métrica de alto nivel diseñada para la

comparación y la evaluación estratégica, el Costo Unitario opera en un plano completamente diferente. Es una herramienta de gestión interna, granular y fundamental para el control y la optimización de los procesos en el día a día de la operación. Su aplicación granular a las distintas etapas del proceso productivo, conocidas como "operaciones unitarias". La gestión de una mina es, en esencia, la gestión de una cadena de operaciones unitarias interconectadas, y el Costo Unitario es la métrica clave para medir la eficiencia de cada eslabón de esa cadena (Tomás Porras & León Huamán, 2020). Ejemplos concretos de la aplicación de Costos Unitarios en minería incluyen:

- Costo de Perforación: Medido en dólares por metro perforado (\$/m) o dólares por tonelada de roca perforada (\$/t).²¹
- Costo de Voladura: Medido en dólares por tonelada de roca fragmentada (\$/t).
- Costo de Carguío: Medido en dólares por tonelada cargada (\$/t).
- Costo de Transporte: Medido en dólares por tonelada transportada (\$/t) o, de forma más precisa, en dólares por tonelada-kilómetro (\$/t-km), lo que tiene en cuenta la distancia de acarreo.²⁰
- Costo de Molienda: Medido en dólares por tonelada de mineral procesado (\$/t).²⁰
- Costo de Sostenimiento: En minería subterránea, medido en dólares por metro de avance de galería o por perno de anclaje instalado.

El objetivo principal de los ingenieros y supervisores de la mina es optimizar estas operaciones individuales para reducir sus respectivos Costos Unitarios. La suma de estas optimizaciones a nivel micro es lo que, en última instancia, conduce a una

reducción del costo de producción global de la mina. Por ejemplo, reducir los costos unitarios de transporte de mineral de 4.00 US\$/t a 3.71 US\$/t, como se logró en un caso de estudio al aumentar el tonelaje transportado, tiene un impacto directo y medible en la rentabilidad general de la operación (Tomás Porras & León Huamán, 2020).

El Costo Unitario es, por tanto, el lenguaje de la gestión operativa y la mejora continua en una faena minera. Mientras que los ejecutivos en la sede corporativa y los inversores en los mercados financieros hablan en términos de Cash Cost por onza, los equipos de ingeniería y operaciones en la mina viven y respiran los Costos Unitarios de cada tarea. Esta diferencia de enfoque es fundamental. Un objetivo corporativo de "reducir el Cash Cost en un 10%" es una directriz estratégica de alto nivel. Para que esta directriz se materialice, debe ser traducida a objetivos operativos concretos (Tomás Porras & León Huamán, 2020).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El trabajo tiene un enfoque mixto, se recolecta datos cuantitativos de los procesos en estudio y los analiza cualitativamente para responder a un planteamiento del problema (Hernández Sampieri et al., 2014).

- **Componente Cuantitativo:** Este componente es el predominante y reúne datos numéricos para su análisis y describir la magnitud del problema y probar las hipótesis. Se utilizan datos operativos y financieros (costos, toneladas, avances, KPIs de equipos, etc.) para medir el desempeño, identificar y cuantificar los incumplimientos entre el que se llega a planificar y lo ejecutado, y establecer relaciones correlacionales-causales entre las ineficiencias operativas y sus impactos económicos.
- **Componente Cualitativo:** Este componente tiene un propósito exploratorio y explicativo. Se utiliza para comprender en profundidad los procesos operativos y las

causas raíz de los problemas identificados cuantitativamente. La gestión de riesgos, con ISO 31000, permite un análisis visual y detallado de los flujos de trabajo, la identificación de desperdicios (muda) y la comprensión del contexto desde la perspectiva de las operaciones reales, complementando los datos numéricos con una visión holística.

3.2. Diseño, tipo y nivel de la investigación

La estrategia metodológica de este estudio se define de la siguiente manera:

Diseño de la investigación: Este trabajo adopta un diseño no experimental, puesto que no se manipularán deliberadamente las variables; se observan los fenómenos (procesos, costos, riesgos) sin ninguna modificación para después analizarlos (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 152). Específicamente, se trata de un diseño transeccional, puesto que los datos tienen límite temporal, correspondiente a la gestión del año 2024.

Tipo y Nivel de la investigación: se clasifica como una **investigación aplicada**, puesto que la finalidad es "*la solución de problemas prácticos*" (Niño Rojas, 2011, p. 38) dentro de la Unidad Minera Alpayana. El nivel de este trabajo es básicamente descriptivo y correlacional-causal:

- **Descriptivo:** En una primera fase, indaga las características y propiedades de los procesos operativos, midiendo variables como costos unitarios, niveles de producción, utilización de equipos y tipos de desperdicios (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 92).
- **Correlacional-Causal:** En una segunda fase, el estudio busca establecer la relación entre las ineficiencias operativas (causas) y las desviaciones de costos (efectos), con

la intención de explicar por qué ocurre el fenómeno del sobrecosto presupuestal (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 95).

Finalmente, dado que el resultado final es la preparación de un procedimiento de optimización basado en un diagnóstico previo, el trabajo se enmarca en la propiedad de Proyecto Realizable (Arias Odón, 2012).

3.3. Población y muestra

La población, es el conjunto de todos los procesos operativos y de soporte involucrados en las labores de desarrollo y explotación de la Unidad Americana de la Mina Alpayana, durante el periodo de gestión 2024. Esto incluye todas las actividades, equipos, personal, documentos y registros asociados a las zonas de Cuerpos y Vetas.

La muestra, Se emplea un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por criterio (Hernández Sampieri et al., 2014). Las unidades de análisis (procesos, frentes de trabajo, reportes y periodos específicos) no se seleccionan al azar, sino con base en su relevancia y criticidad para el problema de investigación. La muestra se compone de:

- Los procesos operativos de la Zona de Cuerpos y Vetas correspondientes a los niveles 18 al 22.
- Los reportes de costos, producción y mantenimiento del año 2024.
- El personal operativo y de supervisión directamente implicado en los procesos bajo estudio.

La selección se justifica porque estas zonas y procesos son los que, según el diagnóstico preliminar, presentan las mayores desviaciones de costos y las ineficiencias más significativas, permitiendo un análisis profundo y enfocado en la resolución del problema central.

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de datos.

Se obtienen los datos con las siguientes técnicas e instrumentos:

3.4.1. Técnicas para recolección de datos

Revisión Documental:

- **Técnica:** Análisis de contenido cuantitativo y cualitativo de documentos.
- **Instrumentos:** Fichas de registro y matrices de observación de datos para sistematizar la información extraída de los siguientes documentos fuente:
 - Reportes de costos diarios, semanales y mensuales (SAP).
 - Reportes de producción y avances de la Superintendencia de Planeamiento.
 - Reportes de disponibilidad y utilización de equipos (KPIs).
 - Informes de Geomecánica y Gestión de Riesgos.
 - Planes y presupuestos anuales (Budget 2024).

Observación Directa:

- **Técnica:** Observación no participante de los flujos de trabajo en campo.
- **Instrumentos:**
 - Listas de Chequeo (Checklists): Para registrar sistemáticamente la presencia y frecuencia de los tipos de desperdicios en cada proceso.
 - Notas de Campo: Para registrar observaciones cualitativas, imprevistos y el contexto de las operaciones.

3.4.2. Técnicas de análisis de datos.

La información recolectada es procesada y analizada de la siguiente manera:

- **Análisis Estadístico Descriptivo:** Se calcularán indicadores de tendencia central (promedios) y de dispersión (desviaciones), así como porcentajes para cuantificar las desviaciones entre los valores reales y los planificados. Se utilizarán tablas de frecuencia, gráficos de barras y de tendencia para visualizar los resultados.
- **Análisis Comparativo:** Se realizarán comparaciones sistemáticas de los KPIs entre las diferentes zonas operativas (Cuerpos vs. Vetas), entre procesos y entre periodos de tiempo para identificar patrones y diferencias significativas.
- **Análisis de Procesos:** Se analizará la proyección del estado actual para identificar cuellos de botella, estas son procesos que no agregan valor y las causas raíz de las ineficiencias.
- **Análisis Causa-Raíz:** Se utilizará para vincular cualitativamente los problemas identificados (ej. baja utilización de equipos) con sus causas fundamentales (ej. falta de operadores, fallas recurrentes).

CAPITULO IV

PROCESO METODOLÓGICO.

4.1. Contexto operativo de la UEA Americana.

Es una empresa que se dedica a la extracción de minerales polimetálicos. La empresa explota aproximadamente 5,000 TMD en sus operaciones. El yacimiento se extrae minerales de zinc, plata, cobre y plomo (Superintendencia de Planeamiento e ingeniería, 2024).

Actualmente se requiere continuar con el plan de producción anual, la preparación y el desarrollo, dentro del periodo 2024 por el método de minado Sublevel Stopping en zona cuerpos y Corte y Relleno ascendente en zona vetas. Adicionalmente, se tiene la Planta concentradora y tiene una capacidad de 6,000 TMD (Superintendencia de Planeamiento e ingeniería, 2024).

En este capítulo se evalúa detalladamente el desempeño de los procesos operativos de la Unidad Económica Administrativa (UEA) Americana de Minera Alpayana, con énfasis en la gestión de riesgos y la optimización. La meta de producción para 2024 es de 5,000 TMD

(toneladas métricas por día), explotando un yacimiento polimetálico de zinc, plata, cobre y plomo. La operación está dividida en dos zonas: Cuerpos (método Sublevel Stoping mecanizado, 4,000 TMD) y Vetas (método Corte y Relleno Ascendente semi-mecanizado, 1,000 TMD). A continuación, se analizan los principales procesos (explotación, sostenimiento, relleno, perforación, acarreo, ventilación, servicios auxiliares, costos indirectos, suministro de equipos y mantenimiento) identificando desviaciones respecto al plan, causas raíz de bajo desempeño, riesgos operativos y oportunidades de mejora. Las tablas 14 y 16 resumen las desviaciones encontradas en costo (presupuesto vs. real) por proceso clave, destacando aquellos con sobrecostos críticos.

4.2. Proceso metodológico.

Las normas ISO suelen estar basadas en una orientación basada por gestión de procesos. Este rumbo ayuda a las empresas a identificar, mapear, controlar y mejorar sistemáticamente cada proceso que por diversas razones impactan negativamente en el cumplimiento a los stakeholder y en la mejora continua. Esta norma proporciona líneas en la gestión de riesgos que pueden ser adaptadas a cualquier organización. Se Puede utilizar ISO 31000 para establecer un método sistemático y bien documentado para gestionar los riesgos de los procesos en la minería o en cualquier otro sector industrial.

4.2.1. Paso 01: Comprender el contexto.

Se seleccionó como flujo de valor crítico los procesos de desarrollo y explotación de la Unidad Americana, al ser responsables directos del cumplimiento de producción y costos (Anexo 01 y 02). La producción de la Zona de Cuerpos y Vetas que abarca desde los niveles 18 al 22 (Anexos 23, 24, 26, 27).

La selección se basó en los resultados de la evaluación operativa preliminar,

que mostraron desviaciones importantes en avances y explotación programados vs. ejecutados.

4.2.2. Paso 02: Identificación de riesgos.

4.2.2.1. Desarrollo y extracción.

El objetivo primordial de la extracción es la recuperación de recursos minerales en cantidades y concentraciones que resulten económicamente viables para su posterior procesamiento, refinación y, en última instancia, venta en el mercado. Si bien la fase de la extracción es el foco principal de la producción, es importante reconocer que cierto nivel de actividades de exploración (para la extensión de recursos o el relleno) y trabajos de desarrollo (para acceder a nuevas áreas de extracción) pueden continuar simultáneamente a lo largo de la vida operativa de la mina (Dos Santos, 2016). Sin embargo, el énfasis dominante durante esta etapa sigue siendo firmemente la producción continua de minerales comercializables.

La extracción subterránea tanto en la zona de cuerpos (mecanizada) como en vetas (semi-mecanizada). Operativamente, la zona Cuerpos emplea métodos de Sublevel Stopping con perforación de producción de taladros largos y hundimiento por gravedad, mientras que la zona Vetos utiliza Corte y Relleno Ascendente con equipos más convencionales. El plan de producción 2024 fijó 5,000 TMD combinando ambas zonas; sin embargo, los datos de rendimiento muestran dificultades para alcanzar esa meta de forma consistente. Por ejemplo, en julio de 2024 la mina alcanzó solo un 78% de la producción

planificada, quedando 8.1 mil toneladas por debajo de lo programado (Anexo 01 - 07).

Las principales causas identificadas son la baja disponibilidad de equipos y personal en frente de producción. Durante ciertas semanas críticas se registraron prolongadas paradas mecánicas en equipos clave: p.ej., fallas en 2 volquetes de acarreo (V-98, V-102) acumulando 170 horas fuera de servicio, 3 dumpers (D-08, D-13, D-10) con 120 horas de detención, y 3 equipos Simba de perforación de producción (J-56, J-46, J-23) con 120 horas indisponibles. Adicionalmente, la falta de disponibilidad de un scaler (equipos para desatar rocas sueltas) y la inoperatividad temporal de algunos scooptrams afectaron la continuidad de las operaciones (Anexo 01 - 07). Estas fallas mecánicas, sumadas a déficit de operadores en ciertos equipos (se reportó ausencia de al menos 1 operador de jumbo y 2 de scooptram en turnos críticos), redujeron la capacidad efectiva de extracción.

Otro factor fue el impacto de eventos geomecánicos inesperados. Se produjo al menos un evento microsísmico que obligó a paralizar operaciones en zonas de tajeo (e.g., Tajos 370 Nv18 y 454 Nv19A estuvieron detenidos por 4 guardias) y retrasó la perforación de avances en esas cámaras (Anexo 02). Asimismo, se observaron demoras por secuencia de minado, como en el tajo 106 Nv23 (Veta Esperanza, Piso 2) que alcanzó solo 20% de avance debido a retrasos en el relleno, frenando temporalmente su explotación hasta reanudarla una vez consolidado el relleno. Estas interrupciones evidencian problemas de

coordinación entre procesos (explotación versus relleno) que impactan la producción (Anexo 02).

Riesgos operativos, Las desviaciones Presentan riesgos tanto económicos como de seguridad. En lo económico, no alcanzar las toneladas previstas eleva el cash cost y reduce los ingresos, comprometiendo la meta anual. En 2024 el cash cost real (US\$63.5/TM) superó en 30% al plan (US\$48.9/TM) debido en parte a esta brecha productiva. Operativamente, la dependencia de equipos en profundo sub-suelo (a ~1000 m de profundidad) aumenta la criticidad de cada falla: una flota subóptima o con mantenimientos reactivos conlleva paralizaciones frecuentes, mientras que eventos geomecánicos pueden escalar a incidentes graves si la estabilidad de las labores está comprometida.

4.2.2.2. Sostenimiento de la zona de cuerpos y vetas.

El sostenimiento de labores subterráneas en Americana comprende la instalación de soporte en túneles, desarrollos y cámaras de extracción para garantizar la estabilidad del macizo rocoso. Se aplican distintas combinaciones de sostenimiento según la zona y método de minado. En la zona Cuerpos (labores mecanizadas de grandes dimensiones), predominan el shotcrete vía húmeda y los pernos helicoidales como métodos de sostenimiento principales (46% y 45% de participación respectivamente), complementados por cable bolts y malla metálica en algunos sectores. En la zona Vetos (labores angostas con minería convencional), el sostenimiento principal recae en pernos de fricción tipo split set con malla (aprox. 30%), junto con shotcrete vía seca

(~20%) y el empleo de cuadros de madera en rebajes angostos (~20%). Esta distribución refleja las condiciones geomecánicas: en cuerpos masivos se opta por soporte concreto proyectado y pernos mecanizados, mientras que en vetas estrechas aún se utilizan métodos tradicionales donde la mecanización es limitada.

Desempeño y desviaciones, el proceso de sostenimiento mostró en 2024 una de las desviaciones más significativas, con un sobre costo de +55.7% respecto al presupuesto. Este exceso (clasificado de Alerta Crítica) sugiere que el sostenimiento requirió muchos más insumos o gastos de los planificados. Entre las causas destacan las condiciones geomecánicas adversas en ciertas áreas y potenciales ineficiencias en la ejecución del soporte. Informes técnicos señalan que hubo un sobreconsumo de shotcrete respecto a lo presupuestado debido a sobreroturas en las excavaciones y a la aplicación de sostenimiento reactivo (reforzando después de que ocurren daños), en lugar de preventivo. Es decir, desviaciones en el control de la voladura y en el mapeo geotécnico habrían causado más daño de roca de lo esperado, obligando a emplear capas adicionales de concreto para estabilizar. Asimismo, condiciones de roca más pobres de lo previsto (RMR bajo) pudieron requerir doble capa de soporte en ciertos frentes (malla + shotcrete + pernos), incrementando el costo.

Operativamente, también se identificaron retrasos en la instalación del sostenimiento por problemas logísticos y de equipos. Por ejemplo, durante julio 2024 la planta de shotcrete estuvo inoperativa 4 días (42 horas) por fallo, deteniendo las proyecciones de concreto. Igualmente, uno de los jumbos bolter

(J-65) sufrió averías 40 horas y hubo déficit de 1 operador de bolter, limitando la velocidad de fortificación (Anexo 03). Estas contingencias provocaron que labores de desarrollo quedaran sin soporte al día, acumulando retrasos y generando riesgos temporales (las paradas de la planta son por lo menos una vez en dos meses, mínimo de 4 días). Cabe mencionar que a inicios de 2024 se registró un accidente incapacitante relacionado al sostenimiento (fallo de una barrera de relleno en la contratista Isamin), lo que derivó en revisión de los estándares de sostenimiento y relleno hidráulico. Este evento refleja las consecuencias de un sostenimiento inadecuado: compromete la seguridad del personal y conlleva costos adicionales en paralizaciones e investigaciones.

Riesgos operativos, un sostenimiento deficiente o atrasado es una de las mayores fuentes de riesgo en minería subterránea. Las caídas de roca y derrumbes pueden ocurrir si no se estabiliza oportunamente el macizo, poniendo en peligro vidas y equipos. La Unidad Americana enfrenta riesgo sísmico inducido – ya evidenciado por microfracturas – de modo que el sostenimiento debe ser capaz de resistir esos eventos (se estudia implementar sostenimiento sismoresistentes). Por otra parte, un sobre-sostenimiento (aplicar más soporte del necesario) también es indeseable por el sobre costo y porque añade tiempo al ciclo de minado. Encontrar el equilibrio es crucial. Actualmente, la variabilidad geomecánica y posibles errores de diseño o instalación fueron identificados como riesgos críticos en este proceso. Ejemplos: materiales mal dosificados, pernos mal instalados o fuera de especificación, etc. que disminuyen la efectividad del soporte. Cada falla en

sostenimiento tiene efecto dominó: retrasa la reanudación de labores en el frente, expone a condiciones inseguras y aumenta costos (como se observó, este rubro cuadruplicó gastos “otros” no previstos en algunos casos).

Zona cuerpos, predomina roca Tipo III (RMR 41-60). Se usan estándares (ALP-GM-EST) y PETS basados en GSI/RMR. Sostenimiento principal: Shotcrete Húmedo (46%), Pernos Helicoidales (45%). Riesgos: Variabilidad geomecánica no detectada, diseño inadecuado, calidad de materiales, errores de instalación (crítico), demoras, monitoreo insuficiente.

Zona vetas, la roca varía de F/B (RMR 60 - 40) a MF/R (RMR 35 - 45 en mineralización). Sostenimiento principal: Split Set + Malla (30%), Shotcrete Seco (20%), Cuadros de Madera (20%). Se aplican parámetros técnicos específicos para cada método.

Caracterización geomecánica de la zona de cuerpos y vetas.

Utilizan GSI y RMR, lo cual es estándar en la industria. La clasificación predominante (Tipo III, RMR 41-60) establece una línea base. Se basan en las "condiciones más desfavorables" para definir el sostenimiento, lo cual es conservador desde la perspectiva de seguridad. Tienen tablas/cartillas estandarizadas que correlacionan calidad de roca con tipo de sostenimiento, aberturas máximas y tiempo de autosoporte.

El Departamento de Geomecánica realiza verificaciones y recomendaciones diarias/semanales.

- Implementación del sostenimiento:

Se rigen por Estándares (ALP-GM-EST) y PETS específicos para cada tipo de sostenimiento y calidad de roca.

El conocimiento de estos estándares por parte de trabajadores y supervisores es mandatorio.

La distribución de sostenimiento en "Zona Cuerpos" está dominada por Shotcrete Vía Húmeda (46%) y Pernos Helicoidales (45%), con contribuciones menores de Cable Bolting, Malla+Pernos, Cimbras y Wood Packs.

- Estándares específicos:

Cimbras (EST 09): Para roca pobre a muy pobre (RMR < 30). Espaciamiento definido, avance controlado, empaquetado específico.

Pernos helicoidales (EST 10): Especificaciones detalladas de longitud, diámetro de perforación, tipo y dosificación de cartuchos (resina/cemento), tiempo de batido, orientación, placa y tuerca.

Pernos + Malla (EST 13): Para roca regular a mala (RMR 41-50). Similar a EST 10 pero incluye malla electrosoldada (4"x4"), especificaciones de traslape y uso de empernador.

Shotcrete (EST 19): Para roca regular a pobre (RMR 21-50). Espesor según tabla, aplicación hasta el tope, distancia de lanzado, uso de calibradores, limpieza de equipos, marcado y tiempo de fraguado antes de reingreso.

Wood Pack (EST 24): Uso según recomendación. Calidad de madera, preparación de base, construcción por capas, uso de Jack pack, límites de altura, acuñado y procedimiento de inflado.

Cable Bolting (EST 31): Longitudes variables según diseño. Marcado topográfico, perforación (51mm), lechada de cemento (W/C 0.35-0.40), limpieza del cable, longitud de cola, tiempo de espera para tensionado (>24h). Para macizo muy fracturado.

Identificación de riesgos operativos potenciales:

Basado en el proceso descrito, los riesgos operativos podrían incluir:

- Riesgos Geomecánicos:
 - Variabilidad no detectada del macizo rocoso (condiciones peores a las clasificadas entre mapeos).
 - Errores en la caracterización GSI/RMR o su correlación.
 - Presencia de estructuras geológicas críticas no identificadas (fallas, diques, etc.).
 - Fallas por cuñas o bloques estructuralmente controlados.
 - Efectos de voladuras cercanas sobre la estabilidad del sostenimiento instalado.
 - Sismicidad inducida.
- Riesgos asociados al sostenimiento:
 - Basarse siempre en la condición más desfavorable puede llevar a sobre-sostenimiento (ineficiencia económica y de tiempo) en zonas mejores.

- Tiempo de autoapoyo sobreestimado.
- Instalación Defectuosa: Errores durante la colocación del sostenimiento:
- Perforación incorrecta (ángulo, profundidad).
- Inyección incompleta o de mala calidad de lechada/resina en pernos cementados/con resina.
- Torque o tensión incorrecta en pernos mecánicos o tensionados.
- Mala aplicación del shotcrete (espesor insuficiente, mala adherencia, "sombras").
- Instalación incorrecta de malla o marcos.
- Riesgos asociados a la Calidad de materiales:
 - Materiales (pernos, resina, cemento, malla, acero, aditivos, madera) fuera de especificación.
 - Almacenamiento inadecuado afectando propiedades (humedad en cemento/resina, corrosión en acero).
 - Uso de materiales caducados (especialmente resinas).
- Riesgos asociados a la instalación:
 - Incumplimiento de PETS/Estándares por prisa, falta de conocimiento o complacencia. Supervisión deficiente.
 - Perforación: Diámetro, longitud o alineación incorrecta de taladros para pernos/cables.

- Inyección/Grouting (Pernos/Cables): Dosificación incorrecta de resina/cemento, mezcla inadecuada (tiempo de batido), encapsulamiento incompleto (burbujas de aire, falta de lechada).
- Pernos: Orientación incorrecta respecto a discontinuidades, torque/tensión insuficiente o excesiva, longitud de cola incorrecta, daño a la rosca.
- Malla: Falta de contacto con la roca, traslapes insuficientes, fijación inadecuada.
- Shotcrete: Espesor insuficiente o excesivo, mala adherencia (superficie sucia/húmeda), sombras de aplicación, rebote excesivo, mezcla incorrecta, aplicación a distancia incorrecta.
- Cimbras/Wood Packs: Espaciamiento incorrecto, mal contacto/empaquetado con la roca, acuñado deficiente, calidad de madera (Wood pack), base inestable.
- Equipo: Mal funcionamiento de jumbos, empernadores, robots de shotcrete, bombas de lechada. Mantenimiento deficiente.
- Riesgos asociados al tiempo y secuencia:
 - Demora en la instalación del sostenimiento después de la excavación (exceder tiempo de autosoporte).
 - Ciclo operativo no optimizado que retrasa el sostenimiento.
 - Re-ingreso a labores antes del fraguado/curado completo (shotcrete, lechada).
- Riesgos asociados al monitoreo y control:

- Frecuencia de QA/QC (1%) (Quality Assurance (Aseguramiento de la Calidad) y Quality Control (Control de la Calidad)) (Indica que las pruebas de control de calidad se están realizando con muy poca frecuencia. Por ejemplo, de cada 100 pernos de anclaje que se instalan, solo se está probando la resistencia de uno (1%)) insuficiente para detectar problemas sistémicos.
- Pull tests no representativos o mal ejecutados.
- Monitoreo de convergencia/sísmico insuficiente, mal interpretado o con retraso en la acción.
- Falta de un ciclo de retroalimentación efectivo entre monitoreo, geomecánica y operaciones.
- Registros incompletos o inexactos.

Caracterización geomecánica de la zona de vetas

- Zona de vetas:
 - Roca: Arenisca silicificada con bandas de epidota.
 - Calidad del macizo: Fracturado Bueno (F/B) según GSI.
 - RMR: Promedio de 50 (41 – 60), indicando condiciones regulares a buenas.
- Macizo rocoso en vetas:
 - RMR promedio: 35 – 45 (Mineralización).
 - Clasificación: Fracturado Regular (MF/R).
 - Aperturas: 1 a 5 mm, con relleno sólido y aparición de calcitas.

- Interpretación geomecánica, las condiciones de roca son moderadas a malas en zonas mineralizadas, lo que requiere el uso de métodos de sostenimiento adecuados para prevenir desprendimientos y garantizar la seguridad en las labores.

Tipos de sostenimiento utilizados y distribución

Tabla 07. Distribución del tipo de sostenimiento aplicado

Tipo de Sostenimiento	% Aplicación
Perno Helicoidal utilizando Jackleg	5%
Perno Helicoidal y Malla utilizando Jackleg	10%
Split Set utilizando Jackleg	10%
Split Set y Malla utilizando Jackleg	30%
Shotcrete Vía Seca	20%
Cuadros de Madera	20%
Cuadro Cojo de Madera	4%
Puntales de Seguridad	1%

Fuente: Elaboración propia.

- Split Set y Malla con Jackleg (30%) y Shotcrete Vía Seca (20%) son los métodos más usados, debido a la fracturación del macizo y su capacidad para mejorar la estabilidad de labores.
- Cuadros de Madera (20%) se usan en zonas de baja calidad o estructuras alteradas.

- Sostenimiento con Puntales de Seguridad (1%) es aplicado en tajos con roca variable.

Parámetros técnicos del sostenimiento aplicado

- Split set y malla usando Jackleg
 - Longitud de pernos: 5 a 7 pies.
 - Brocas: 38 mm.
 - Espaciamiento: 1.2 m, adaptado a la recomendación geomecánica.
 - Instalación de malla electrosoldada con traslapes de 3 cocadas.
- Shotcrete vía seca
 - RMR aplicable: 41 – 50 (Roca Tipo IIIB) a 21 – 30 (Roca Tipo IVB).
 - Espesor: Variable según calidad de roca, controlado por calibradores.
 - Dosificación: cemento tipo I: 425 kg/m³; arena: 1675 kg/m³; fibra metálica: 20 kg/m³; aditivo acelerante: 2.5 – 3 gal/m³; agua: 170 litros.
- Sostenimiento con pernos helicoidales
 - Diámetro de perno: 19 mm.
 - Longitud de taladro: 1.4 m a 2.3 m, dependiendo del tipo de perno (5 a 8 pies).
 - Cartuchos de cemento y resina según especificaciones.

4.2.2.3. Evaluación de la perforación de la zona de cuerpos y vetas.

El costo del proceso de perforación de producción (taladros largos) estuvo por debajo del presupuesto en el período analizado, lo que a primera vista indica eficiencia; sin embargo, este ahorro se debe principalmente a que se perforó/disparó menos de lo planificado (ya que la producción también fue menor). De hecho, la utilización de los equipos de perforación fue subóptima. Se tenía una flota de al menos 5 jumbos Simba operando en Cuerpos, pero constantes indisponibilidades redujeron su rendimiento. Durante la semana del 13-19 de julio, por ejemplo, hasta 3 jumbos y Simbas quedaron fuera de servicio casi la totalidad de ciertos turnos (12 horas) por fallas o mantenimiento (Anexo 03), y diariamente se acumulaban entre 6 y 12 horas de inoperatividad en distintos equipos (Anexo 01 a 15). En suma, los taladros largos no operaron al 100% de su potencial debido a fallas mecánicas recurrentes (problemas hidráulicos, eléctricos, etc.) y a tiempos muertos por espera de disponibilidad de frente libre (cuando un tajo estaba detenido, el jumbo permanecía ocioso). Por otro lado, la perforación de desarrollo también sufrió retrasos: los reportes de avance muestran solo un 85% de lo programado en metros desarrollados en ciertas semanas, atribuible en parte a averías de jumbos de avance en labores de cuerpos y vetas (p.ej., jumbos J-06, J-59, J-60 con 106 horas de falla en conjunto), así como a una menor cantidad de equipos operativos (en vetas se contaba con solo un jumbo operando al final del periodo, debido a fallas en los otros).

En vetas, la productividad de perforación y voladura es inherentemente más baja. Esto se refleja en el costo unitario mucho mayor de la zona vetas: alrededor de 82 USD/ton real, comparado con 49 USD/ton en cuerpos. Dicho costo elevado de vetas se debe en gran medida a mayor requerimiento de mano de obra y tercerización para las labores convencionales, así como menores economías de escala en la perforación (taladros cortos producen menos tonelaje por disparo). De hecho, la operación en vetas depende más de contratistas y subcontratos, lo cual eleva los costos y puede introducir variabilidad en la calidad de la perforación. El control de dirección y profundidad de los taladros cortos, al hacerse manualmente, puede ser menos preciso, resultando a veces en sobre-excavación o necesidad de replanteos.

Condiciones geomecánicas y diseño de mallas

Zona de vetas

- Roca: Arenisca silicificada con bandas de epidota.
 - Calidad del macizo: Fracturado regular (F/R).
 - RMR: 41 – 60, tipo III calidad regular.
- Zona de Mineralización:
 - RMR promedio: 35 – 45.
 - Clasificación: Fracturado Regular a Malo (MF/R).
 - Grietas de 20 a 60 cm, con aperturas de 1 a 5 mm.

Zona de cuerpos

- Galerías de Perforación:
 - Secciones: 3.5 x 3.5 m² y 4 x 4 m².
 - Chimeneas V.C.R.: 2 x 2 m² para generar la cara libre.
 - Paralelismo de taladros para evitar sobre roturas.

Diseño de mallas:

- Vetas: Control del paralelismo con guidores y uso de tubos en taladros perforados (Anexo 31).
- Cuerpos: Uso de mallas diseñadas para secciones grandes (>20 m) en cuerpos mineralizados (Anexo 31).

Evaluación del rendimiento y disponibilidad de equipos

Tabla 08. Disponibilidad Mecánica y Utilización de equipos de perforación.

Equipo	Disponibilidad	Utilización
	Mecánica (DM)	Mecánica (UM)
Jumbo (Vetas)	83%	55%
Jumbo (Cuerpos)	82%	53%
Simba (Vetas)	81%	52%
Simba (Cuerpos)	80%	50%
Jackleg/Stoper	86%	58%

Fuente: Elaboración propia.

Principales causas de baja disponibilidad y utilización:

- Fallas hidráulicas y eléctricas: Problemas recurrentes en sistemas de giro y avance.
- Tiempos muertos prolongados: Por falta de operadores capacitados y mantenimientos no programados.
- Retrasos en la entrega de repuestos: Afecta el cumplimiento del programa de perforación.

Cumplimiento de avance y programación**Cumplimiento de Avance:**

- En vetas: Desviaciones del 8 – 10% respecto al plan de perforación debido a mantenimientos correctivos no programados.
- En cuerpos: Retrasos del 6 – 9% debido a tiempos muertos y disponibilidad reducida de equipos.

Mantenimientos Preventivos:

- Se cumple con los programas de mantenimiento preventivo, pero hay un incremento en mantenimientos correctivos que afectan la disponibilidad.

Análisis comparativo de costos de perforación

Tabla 09. Comparación de costos promedio de la zona de cuerpos y vetas.

Zona	Costo por Metro Perforado (USD)	Costo de Insumos (USD)	Costo de Mantenimiento (USD)
Vetas	85.3	45.7	15.2
Cuerpos	88.6	48.1	16.4

Fuente: Elaboración propia

Costos de Perforación que incluyen costos operativos por metro perforado, consumo de insumos y mantenimiento.

Costos de perforación en cuerpos son 3.8% mayores debido al consumo adicional de insumos y mantenimiento correctivo.

Vetas muestra mejor control de costos operativos, pero los tiempos muertos reducen la eficiencia.

4.2.2.4. Voladura en la zona de cuerpos y vetas.

- **Avances (kg/m)**

Compañía Minera Poderosa – Tajo Guadalupe (minería subterránea): consumo promedio 18,99 kg/m (periodo base) y mejora a 16,03 kg/m; sección y malla optimizadas (Quispe Laguna & Chauca Paucar, 2021).

Compañía Minera Poderosa – TAC (Tabla de la adecuación a la calidad (Ttica Ccoñislla, 2018).) interno: 21,0 kg/m como estándar (TAC) y casos

reales 24,5 kg/m vs TAC 21 kg/m en frente comparable (Ttica Ccoñislla, 2018).

Otras referencias académicas peruanas reportan rangos de ~18–25 kg/m para avances mecanizados con jumbo en labores típicas (variando por sección, RMR y diámetro de taladro) (Ttica Ccoñislla, 2018).

En UEA Americana, Cuerpos $\approx 62,9$ kg/m (51,7 ANFO + 11,2 emulsión), Vetas $\approx 52,0$ kg/m (emulsión), ambos muy por encima de los valores reportados (16–25 kg/m) en operaciones subterráneas comparables, aun considerando diferencias de sección, litología y estándares operativos (Anexo 32).

- **Producción (kg/t). (SLS/C&F en la región)**

Casos peruanos en taladros largos reportan factor de potencia típico $\approx 0,20$ – $0,80$ kg/t, dependiendo de dureza de roca, diámetro y malla (Jara Inga & Arroyo Diego, 2023) (Arroyo Poma & Asto Ramos, 2023).

Cuerpos: $\sim 1,067$ kg/t totales (0,898 ANFO + 0,025 emuls enc. + 0,144 emuls granel) $\rightarrow$ supera el rango alto (0,8 kg/t) de varias referencias (Anexo 32).

Vetas: $\sim 0,939$ kg/t totales $\rightarrow$ igualmente por encima de 0,8 kg/t típico; no obstante, C&F en vetas estrechas tiende a mayor energía específica por tonelada extraída (Anexo 32).

- **Indicios de sobrerotura / uso ineficiente de energía de voladura**

Ratios de avance en Cuerpos ($\approx 62,9$ kg/m) y Vetas ($\approx 52,0$ kg/m) se ubican muy por encima de los benchmarks (~ 16 – 25 kg/m), lo que sugiere carga

lineal elevada y/o pobre control de contorno (paralelismo, burden/espaciamiento, desacople) con sobrerotura potencial.

En producción, los kg/t de Cuerpos (~1,067) y Vetas (~0,939) exceden valores de referencia observados (0,20–0,80 kg/t), salvo en slots o condiciones geomecánicas muy desfavorables.

Acción correctiva ya reconocida internamente: memorandos de “Control de sobre rotura” en RP 972 NW – Nv. 19 (Vetas) y GL 280 NE – Nv. 20 (Cuerpos) con objetivos de reducir daño al macizo y costos mediante cargas desacopladas y capacitación.

Obligación normativa: el DS-024-2016-EM exige “usar menor cantidad de carga en techo y hastiales para evitar sobreroturas en el contorno final” (Art. 234.e), reforzando la necesidad de control de contorno y reducción de energía específica en perímetro.

Recomendaciones técnicas (breve hoja de ruta).

Control de contorno y desacople: aplicar columnas desacopladas (cañas), alivios periféricos y smooth blasting en perímetro; recalibrar burden/espaciamiento por dominio geomecánico y diámetro (QA/QC de marcado y perforación).

Separar análisis de slot vs rings regulares en SLS: metas de kg/t diferenciadas; usar emulsión a granel sólo donde sature retorno energético (>densidad) y ANFO donde la humedad lo permita.

Secuenciamiento y precisión: evaluar detonación electrónica en tajos complejos; mejorar paralelismo/verticalidad con topes y jigs; auditorías de desviación.

KPI de energía específica: establecer límites por dominio (kg/m y kg/t) y umbral de sobrerotura (% sección > diseño); integrar a control de costos de sostenimiento y ciclo de relleno.

Cumplimiento DS-024 y trazabilidad SUCAMEC; control estricto de consumo y stock; actualización de PETS/PETAR de perforación–voladura.

4.2.2.5. Evaluación de la ventilación de zona cuerpos y vetas.

Sistema de ventilación actual.

El tipo de ventilación es un sistema mecanizado con ventiladores principales extractores que generan un ingreso de aire desde la superficie, cumpliendo con el Art. 252 del reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería (2016)

Cobertura actual:

- Ingreso de aire: 22,619 m³/min (798,758 CFM).
- Caudal requerido: 16,394 m³/min (578,944 CFM).
- Cobertura: 138%, lo que indica un superávit de 219,814 CFM.

Ventilación auxiliar, uso de ventiladores auxiliares en labores con un solo acceso o avances mayores a 60 m. Instalación de mangas de 8” a no más de 15 m del frente de disparo para garantizar la ventilación adecuada en labores de preparación y desarrollo.

Ubicación de estaciones de control de ventilación

Se cuenta con 12 estaciones de control de entrada de aire y 7 para expulsión de aire viciado, ubicadas estratégicamente en distintas zonas de la mina (Cuerpos, Esperanza, Oroya y otras).

Monitoreo de parámetros ambientales:

- Mediciones regulares de Gases tóxicos (O₂, CO₂, NO₂ y CO) en frentes y labores.
- Los valores de O₂ están dentro del rango permitido (>19.5%), y los gases tóxicos están dentro de los límites establecidos por el (Ministerio de energía y Minas, 2016).

Balance de ventilación.

Caudal total de aire, se calculó el caudal requerido para diluir gases de voladura y emisiones de equipos diésel, considerando:

- Requerimiento por número de trabajadores: 2,484 m³/min (87,720 CFM).
- Consumo de madera: 0 m³/min (no relevante para esta operación).
- Caudal por temperatura laboral: 4,353 m³/min (153,722 CFM).
- Caudal para equipos con motor diésel: 7,419 m³/min (261,987 CFM).
- Fugas del sistema: 15% del QT1, equivalente a 2,138 m³/min (75,514 CFM).

Demanda total de aire: 16,394 m³/min (578,944 CFM).

Diferencia de aire: 8.8% de variación, dentro del rango aceptable (<10%).

Cobertura de ventilación para labores de avance y producción.

- Labores de avance: Se utilizan ventiladores auxiliares de 30,000 CFM con una línea de manga de 30" Φ , con cobertura del 100%, dependiendo del nivel y sección.
- Labores de producción: Cobertura de ventilación para producción al 100%, con ventiladores auxiliares y/o extracción natural por ductos principales (RB 338).

Inventario de ventiladores y capacidad operativa.

Ventiladores principales: 5 ventiladores principales operativos con capacidad de 150,000 a 200,000 CFM, instalados en superficie (RB 338, RB 593, RB 131).

Ventiladores auxiliares: 23 ventiladores auxiliares en distintos niveles para labores de desarrollo, preparación y explotación, con capacidades entre 10,000 y 40,000 CFM.

Estado operativo: Todos los ventiladores están operativos y cuentan con mantenimiento preventivo mensual, semanal y diario para asegurar la eficiencia.

Mediciones de parámetros ambientales y gases

Valores medidos en vías principales:

- O₂: Entre 20.2% y 20.9%, dentro del rango permitido.
- CO₂: Entre 0.02% y 0.21%, debajo del límite permitido (0.5%).
- NO₂ y CO: Dentro de los valores límite establecidos.

Monitoreo de temperatura: Se realiza de manera continua en labores críticas, manteniéndose en valores entre 18°C y 27°C.

Requerimiento de aire para equipos diésel

Consumo total de aire para equipos diésel: 7,419 m³/min (261,987 CFM), calculado considerando:

- Potencia nominal y efectiva (HP) de los equipos.
- Disponibilidad mecánica y factor de utilización.
- Incluye equipos como Jumbos, Dumpers, Scooptrams, Camiones, Simbas y Mixers.

4.2.2.6. Acarreo y transporte de mineral.

Flota de equipos: composición y despliegue:

Equipos Principales: LHDs (Scoops), Dumpers, Volquetes (superficie/subterráneo). El informe de performance cuantifica la flota activa en el periodo analizado:

- Zona cuerpos: 16 Volquetes, 4 Dumpers, 14 Scoops. (Además de Jumbos, Simbas, Scalpers).
- Zona vetas: 4 Volquetes, 5 Dumpers, 18 Scoops. (Además de Jumbos, Simbas).

Flujo operacional confirmado:

Se mantiene la descripción del flujo: Gravedad -> LHD (Remoto) -> Transporte Subterráneo (LHD directo o LHD->Dumper/Volquete) ->

Transferencia (Ore Pass / Pockets Piques) -> Izaje Pique -> Carguío Nv 01 -> Volquetes (30t) a Planta.

Diagnóstico (Flujo): Sistema estándar con flexibilidad en el transporte subterráneo. Puntos críticos siguen siendo Ore Passes, Piques y la coordinación general.

Tabla 010. Indicadores clave de desempeño de equipos trackless.

Métrica	Valor promedio observado
Disponibilidad (DM)	85%
Utilización (UT)	Entre 45% y 62%
MTTR (tiempo medio reparación)	6 horas
MTBF (tiempo medio entre fallas)	40 horas
Horas operativas diarias por equipo	0–10 h típicamente
Mantenimientos preventivos programados	Diarios (0.83 h por evento)

Fuente: Elaboración propia.

Disponibilidad Mecánica (DM) y Utilización Mecánica (UM):

Se confirma el seguimiento semanal/mensual tanto de la Disponibilidad Mecánica (DM) como de la Utilización Mecánica (UM). Existen metas claras establecidas: Target DM = 85%, Target UM = 60%.

Rendimiento Real (DM):

- Zona Cuerpos: DM promedio ligeramente por debajo del target para la mayoría de las flotas de acarreo: Volquetes 81%, Dumpers 87% (cumple/supera), Scoops 82%. DM General Cuerpos 82%.

- Zona Vetos: DM promedio más cercana o cumpliendo el target: Volquetes 82%, Dumpers 93% (supera), Scoops 84%. DM General Vetos 84%.

Rendimiento Real (UM): El informe revela un desafío mayor en la Utilización:

- Zona Cuerpos: UM promedio por debajo o apenas alcanzando el target: Volquetes 59%, Dumpers 70% (supera), Scoops 63% (cumple). UM General Cuerpos 52% (Anexo 17).
- Zona Vetos: UM promedio consistentemente por debajo del target: Volquetes 71% (supera), Dumpers 50%, Scoops 50%. UM General Vetos 49% (Anexo 18).
- UM: La Utilización Mecánica es un indicador significativamente más débil que la DM, con promedios generales de 52% (Cuerpos) y 49% (Vetos), ambos muy por debajo del target del 60%. Esto indica que los equipos, aunque disponibles mecánicamente, no se están operando durante una parte considerable del tiempo disponible.

Causas de baja DM: El informe detalla "Paradas Significativas" por fallas mecánicas que acumulan cientos de horas perdidas semanalmente. Ejemplos incluyen problemas en cajas de cambio (V-113), sistemas eléctricos (D-19), diferenciales (S-78, S-73), radiadores (S-65), sistemas hidráulicos/cilindros, etc. Esto confirma los problemas de confiabilidad ligados a la edad de la flota y la efectividad del mantenimiento (Anexos 1 - 15).

Causas de baja UM: El informe es explícito al señalar la "Falta operadores" como causa directa de baja utilización en varias flotas clave (Volquetes-

Cuerpos, Jumbos-Cuerpos, Dumpers-Vetas, Simbas-Vetas). Esto sugiere que la falta de personal calificado es un cuello de botella operativo importante que impide aprovechar la disponibilidad mecánica existente. Otras demoras operativas no especificadas en este reporte podrían también contribuir.

Diagnóstico (DM/U): El principal desafío no es solo la confiabilidad mecánica (DM necesita mejorar, pero está más cerca del objetivo), sino fundamentalmente la baja Utilización (UM). La falta de operadores es una causa raíz identificada y crítica. Abordar la UM es crucial para mejorar la productividad del acarreo.

Estrategia de mantenimiento:

Planificación y ejecución: Se mantienen los programas y engrase, pero los datos de DM y las fallas significativas indican que la estrategia de mantenimiento necesita ser más efectiva para prevenir fallas mayores, especialmente en la flota más antigua. La calidad de ejecución (engrase, inspecciones) sigue siendo un punto de atención.

Diagnóstico (Mantenimiento): Se requiere un enfoque más profundo en análisis de fallas, mantenimiento predictivo y una estrategia clara para la gestión (o reemplazo) de equipos antiguos para mejorar la DM.

Planificación y coordinación:

Proceso Establecido: Se mantiene el proceso formal de planificación semanal.

Impacto de DM/UM: La baja y variable DM, sumada a la crítica baja UM (por falta de operadores), seguramente generan incumplimientos frecuentes del plan semanal, afectando la secuencia operativa y la producción.

Diagnóstico (Planificación): La planificación debe incorporar de manera más realista las restricciones de DM y UM (especialmente disponibilidad de operadores) o se deben tomar acciones urgentes para resolver estas restricciones (contratación/capacitación, mejora de DM).

4.2.3. Paso 03: Análisis de riesgo.

De acuerdo con el mapa de procesos (Anexo 033), dentro del proceso de valor u operativo, desarrollaremos el proceso de desarrollo y extracción, que de acuerdo con la metodología son procesos clave que tiene un impacto significativo en la eficacia operativa.

El análisis actualizado indica que la Unidad Minera Alpayana debía producir un mínimo de 1,890,000 toneladas anuales para cubrir sus costos operativos, basándose en una meta diaria de 5,250 toneladas., mientras que la producción real alcanzó 1,739,020.27 toneladas anuales, equivalente al 92.01% de la meta mínima. Esto significa que la operación quedó con un déficit de 150,980.73 toneladas respecto al mínimo requerido para cubrir costos.

Si bien la producción real estuvo cerca de la meta, la diferencia de 150,980.73 toneladas puede haber impactado en la rentabilidad. Esto sugiere que, aunque la planificación fue adecuada, la ejecución no logró alcanzar la cantidad necesaria. Para mejorar la sostenibilidad operativa, sería recomendable evaluar las causas de esta brecha y optimizar los procesos de producción para evitar que las desviaciones afecten los márgenes financieros de la operación minera.

4.2.3.1. Contexto general:

Producción Objetivo: 1,890,000 toneladas/año

Producción Real: 1,739,020 toneladas/año

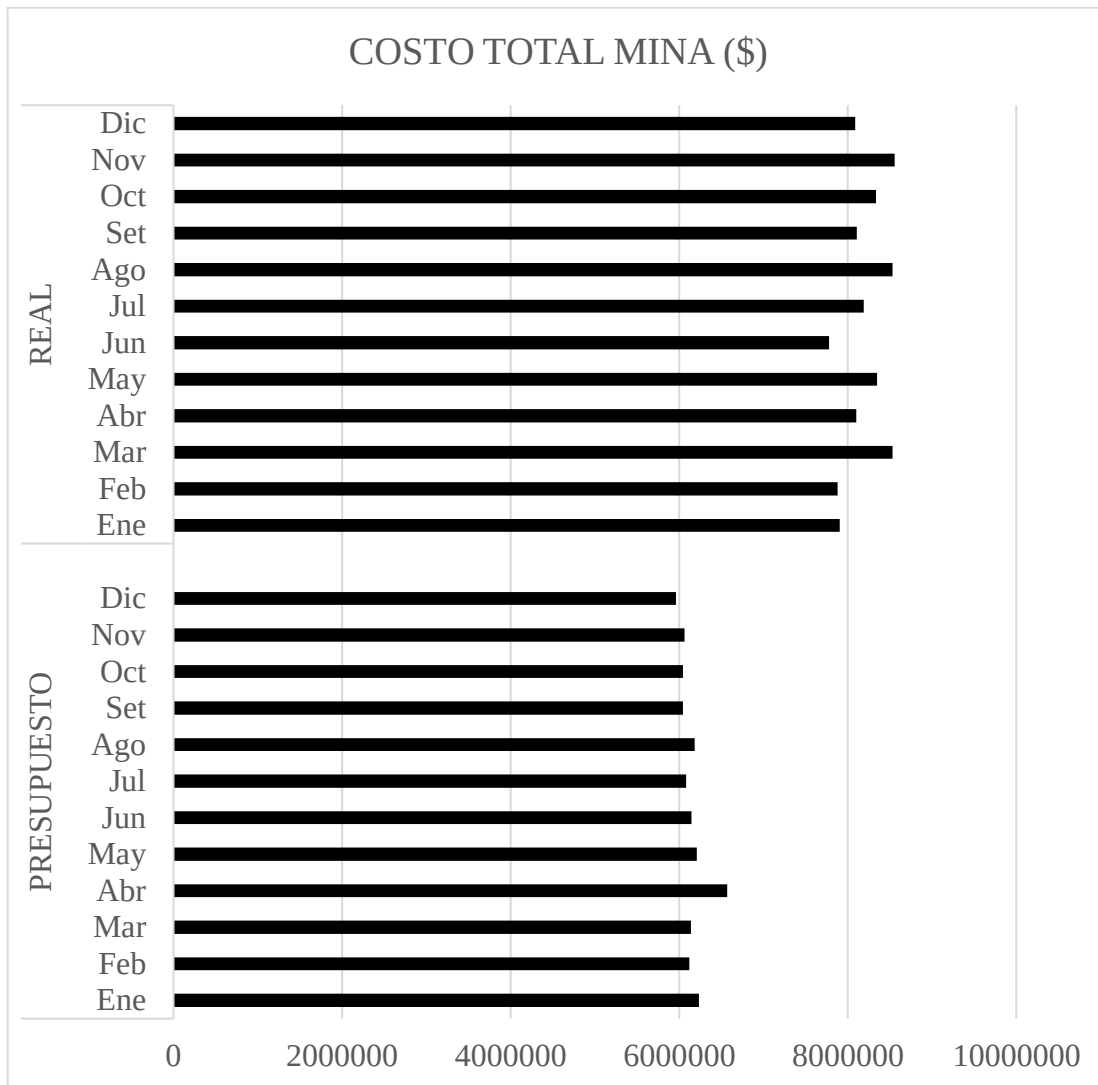
Costo Total Presupuestado: \$89,424,645.42/año

Costo Total Real: \$117,067,355.94/año

Cash Cost Presupuesto: \$48.9/Ton

Cash Cost Real: \$63.5/Ton (incremento significativo de aproximadamente 30%). (Anexo 23)

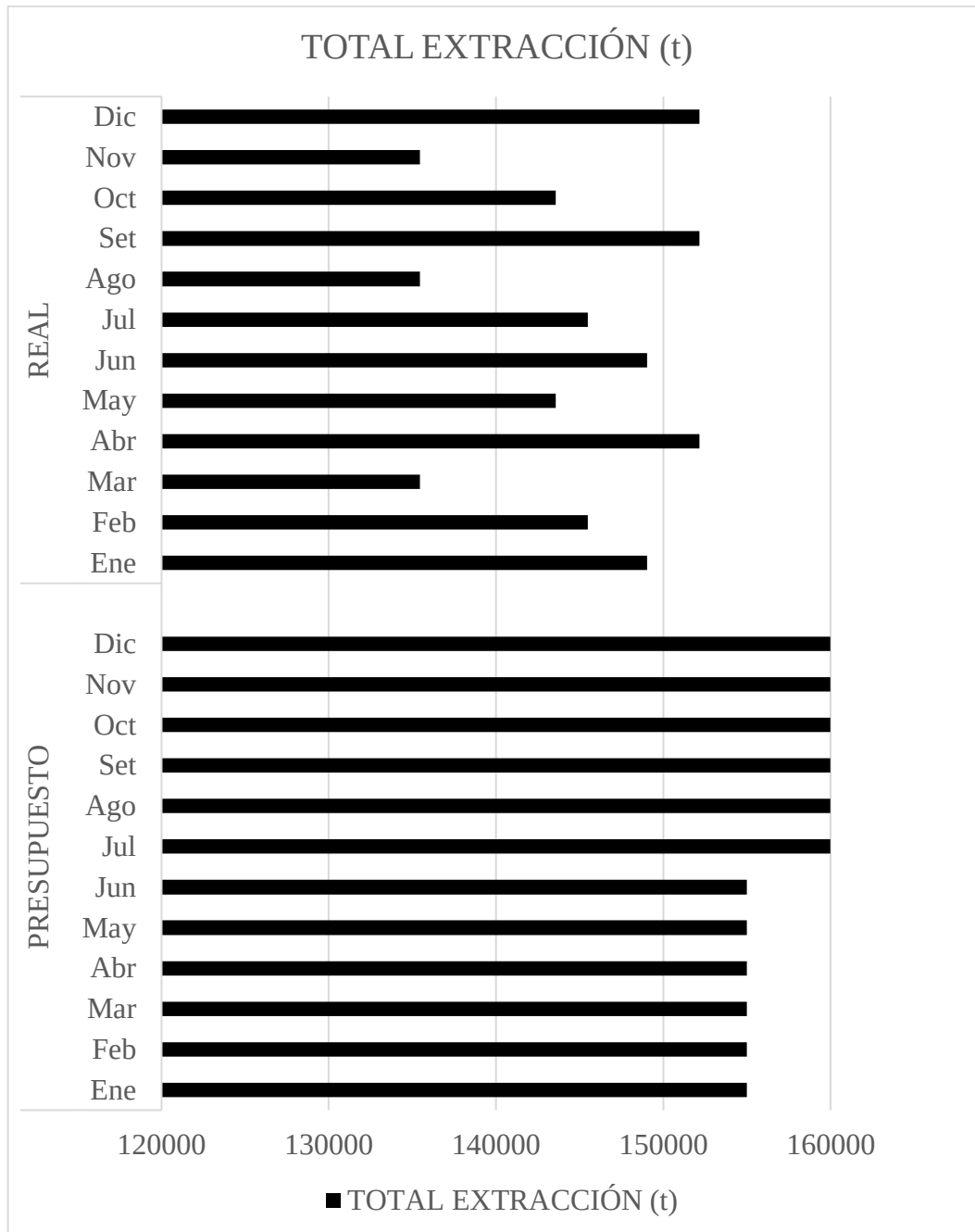
Imagen 03. Representación del costo total anual de la Unidad Minera Alpayana



Fuente: Elaboración propia, con datos de los Anexos 21 y 22.

Comparación del presupuesto asignado y costo real en la explotación de mineral en la Unidad Minera Alpayana.

Imagen 04.Extracción de mineral por año de la Minera Alpayana, unidad Americana.



Fuente: Elaboración propia con datos de los anexos 21 y 22

Comparación de la extracción de mineral del planificado con el real de la Minera Alpayana, Unidad Americana.

4.2.3.2. Benchmarking con unidades mineras de la región.

La producción de mineral tratado anual debe ascender, según el presupuesto aprobado para el 2024, un total de 1,890,000 toneladas.

El cash cost suministra un enfoque claro de los costos efectivos de producir un bien o servicio, lo que proporciona decisiones estratégicas, la gestión de riesgos y la planificación financiera.

Si el mineral tratado es de baja ley o el mercado de destino implica mayores costos de transporte y refinación, los costos son comprensibles. Sin embargo, en comparación con operaciones altamente eficientes o automatizadas que logran costos más bajos, hay margen para mejorar la competitividad.

Cash Cost para Minas de Cobre: Según el análisis de la industria minera global, el cash cost para minas de cobre oscila típicamente entre \$1.20 a \$2.00 por libra de cobre producido. Convertido a una base por tonelada de mineral tratado (considerando una ley de cobre promedio de 1%), este rango puede equivaler aproximadamente a \$20 a \$50 por tonelada de mineral tratado, dependiendo de la ley del mineral y los costos asociados (Rumbo Minero, 2016).

Cash Cost para Minas de Zinc y Plomo: Las minas que producen zinc y plomo también muestran una variación significativa en los cash costs. Los rangos típicos pueden estar entre \$0.50 a \$1.00 por libra de zinc, lo que

puede traducirse en aproximadamente \$30 a \$60 por tonelada de mineral tratado. Las minas de plomo pueden tener costos ligeramente más altos, generalmente entre \$40 a \$70 por tonelada de mineral tratado (Ingeniería de Minas, 2024).

Rangos de Cash Cost en Minas Polimetálicas en Perú: En Perú, como se mencionó anteriormente, minas como Antamina, Chinalco, y Volcan Compañía Minera muestran una variación en los cash costs dependiendo de la eficiencia operativa, el tipo de mineral y la geografía. Por ejemplo, operaciones como Antamina tienen cash costs más bajos debido a la alta eficiencia y volumen de producción, mientras que operaciones subterráneas más pequeñas pueden tener cash costs más altos, alcanzando hasta \$50 por tonelada o más (Ingeniería de Minas, 2024).

- Sierra Metals (Yauricocha, Perú - Subterránea Polimetálica): En un Estudio Económico Preliminar (PEA) de 2020, el Costo Operativo Unitario Total fue de US\$48.89/tonelada y US\$1.28/lb de equivalente de cobre. Cabe señalar que este dato proviene de un PEA de 2020 utilizando supuestos de precios de ese año. Para 2025, se espera un Costo Sostenido Total (AISC) de aproximadamente US\$2.93 por libra de equivalente de cobre 18. La guía para 2025 indica Costos de Producción de \$2.42 - \$2.59 /CuEq y un AISC de \$2.91 - \$3.11 /CuEq (Businesswire, 2024).
- Sierra Metals (Bolívar, México - Subterránea Polimetálica): Para 2025, se pronostica un AISC de alrededor de US\$3.38 por libra de equivalente

de cobre 18. La guía para 2025 indica Costos de Producción de \$2.64 - \$2.77 /CuEq y un AISC de \$3.45 - \$3.62 /CuEq (Businesswire, 2024).

- Hudbay Minerals (Q2 2024 - Subterránea Polimetálica): El costo de producción fue de \$1.14/lb de Cu (Investor presentación, 2024). Este dato corresponde a sus operaciones generales, que incluyen minas en Perú.
- Capstone Copper (Q3 2024 - Minas de Cobre en América Latina): La producción consolidada de cobre tuvo costos de producción de \$2.83/lb (Sampieri & Slifirski, 2024). Esto incluye Mantoverde y Mantos Blancos en Chile. La guía para 2024 establece costos de producción consolidados de \$2.30 – \$2.50/lb de Cu. Para Mantos Blancos, la guía de costos de producción es de \$2.45 – \$2.65/lb de Cu (Capstone Copper Provides 2024 Guidance and Announces 2023 Production Results, 2024).
- Nexa Resources (Guía 2024 - Centrada en Zinc con Subproductos en Brasil y Perú): Los costos de extracción de mineral fueron de US\$45.0/tonelada y el costo de producción fue de US\$0.07/lb (medido con respecto al zinc vendido) (Mining Stock Education.com, 2025).
- Southern Silver Exploration (Cerro Las Minitas, México - Subterránea Polimetálica - PEA): Los costos operativos totales de la minería subterránea fueron de aproximadamente \$41.22/tonelada. El AISC fue de \$13.23/oz de AgEq vendido (Southern Silver, 2024).

- Gatos Silver (Cerro Los Gatos, México - Subterránea Plata-Zinc-Plomo-Oro-Cobre - Plan de Vida Útil de la Mina): Los costos operativos del sitio fueron de \$82.14/tonelada de mineral procesado. El AISC por subproducto fue de \$6.29/oz de Ag pagadera. El AISC por coproducto fue de \$14.89/oz de AgEq pagadera (Gatos Silver, 2025).

En la tabla 13 se observa el rango promedio referencial y ubicamos a la Mina Alpayana (costo real: 63.47 \$/t) actualmente se posiciona en el segmento de alto costo operativo, muy por encima del promedio regional.

El presupuesto de Alpayana (costo presupuesto: 48.87 \$/t) la posicionaba inicialmente en un rango competitivo promedio. Comparada (Tabla 12) con minas similares como Yauricocha (48.89 \$/t) o Nexa Resources (45.00 \$/t), Alpayana está considerablemente rezagada. Existe un amplio margen de mejora operativa para reducir costos y mejorar la competitividad frente a sus pares regionales.

Tabla 011. Cash Cost de la Minera Alpayana, Unidad Americana.

Con depreciaciones y Acumulado a Dic-24 amortizaciones		
	Presupuesto	Real
Mineral Tratado (t)	1830000	1653755.48
Costos Operación (\$)	89424645.42	117067354.9
Cash Cost (\$/t)	48.87	63.47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 012. Comparación de Cash Cost de Unidades Mineras de la región.

Unidad Minera	Ubicación	Tipo Operación	Cash Cost (\$/t)
Mina Alpayana (Real 2024)	Perú	Subterránea Polimetálica	63.47
Mina Alpayana (Presupuesto 2024)	Perú	Subterránea Polimetálica	48.87
Sierra Metals – Yauricocha (PEA 2020). ^a	Perú	Subterránea Polimetálica	48.89
Nexa Resources (Guía 2024)	Perú y Brasil. ^b	Subterránea Polimetálica	45.00
Southern Silver – Cerro Las Minitas. ^c	México	Subterránea Polimetálica	41.22
Gatos Silver – Los Gatos. ^d	México	Subterránea Polimetálica	82.14
Hudbay Minerals (promedio Q2 2024). ^e	Perú	Subterránea Polimetálica	Equivalente 40-50

Fuente: Elaboración propia en base a: a) Businesswire (2024) ; b) Mining Stock Education.com (2025); c) Southern Silver (2024); d) Gatos Silver (2025); e) HUSBAY (2024)

La Planificación vs. Realidad, es probable que el análisis de riesgos, tanto operativos como financieros, no haya contemplado adecuadamente

ciertos factores que afectan el desarrollo de la operación. Esto podría estar vinculado a un mal dimensionamiento de los costos relacionados con maquinaria, mano de obra o insumos.

El Cash Cost presupuestado (\$48.9/Ton) estaba en el rango promedio de eficiencia para minas subterráneas en América Latina (\$45 - \$55 USD/Ton). Sin embargo, el Cash Cost real (\$63.5/Ton) posiciona a la unidad en la categoría de alto costo (> \$55 USD/Ton), indicando una desventaja competitiva y riesgo financiero.

La desviación de un Cash Cost promedio al real (+30%) indica claramente una pérdida de eficiencia operacional y un incremento notable del riesgo financiero y competitivo frente a otras unidades mineras.

Tabla 013. Cash Cost promedio del mercado (2024-2025), en América Latina.

Tipo de Mina/Subterránea	Cash Cost
Minas eficientes (Benchmark)	\$35 - \$45 USD/Ton
Minas promedio	\$45 - \$55 USD/Ton
Minas de alto costo	>\$55 USD/Ton

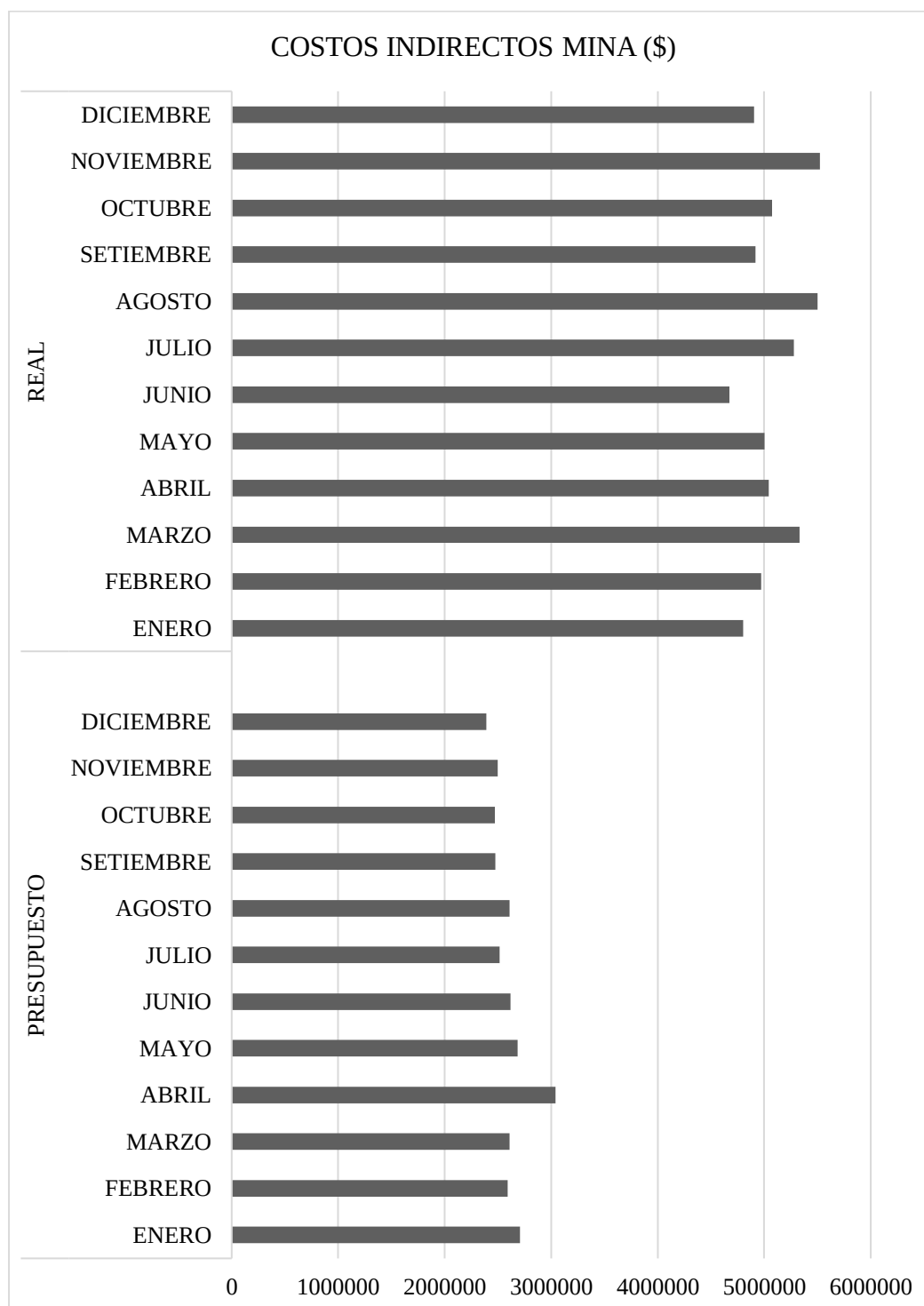
Fuente: el cuadro pone en contexto la unidad minera Alpayana, se utiliza como referencia general del sector minero para minas subterráneas en América Latina (Ivanhoe Mines Ltd, 2025) (Cochilco: Mineras de cobre reducen costos, pero continúan sobre promedio de últimos años, s. f.).

4.2.3.3. Análisis a nivel de procesos:

El análisis detallado de los costos por proceso, resumido en la Tabla 014 del documento base, permite identificar con precisión dónde se originan las mayores fugas financieras. Tres áreas emergen como focos de alerta crítica:

- **Costos Indirectos de la Mina:** Este es el principal punto de descontrol financiero, con un sobrecosto del 95.5%, equivalente a casi \$30 millones por encima del presupuesto (Anexo 25). La justificación proporcionada apunta a un "desfase en gastos no operativos: seguros, servicios generales, consultorías, penalidades". Un sobrecosto de esta magnitud en áreas no directamente productivas sugiere fallas en la gestión administrativa, contractual y estratégica. La mención de "penalidades" es particularmente reveladora, ya que podría estar directamente vinculada al incumplimiento de las cuotas de producción, creando un ciclo vicioso donde las fallas operativas generan consecuencias financieras contractuales que agravan aún más el problema.

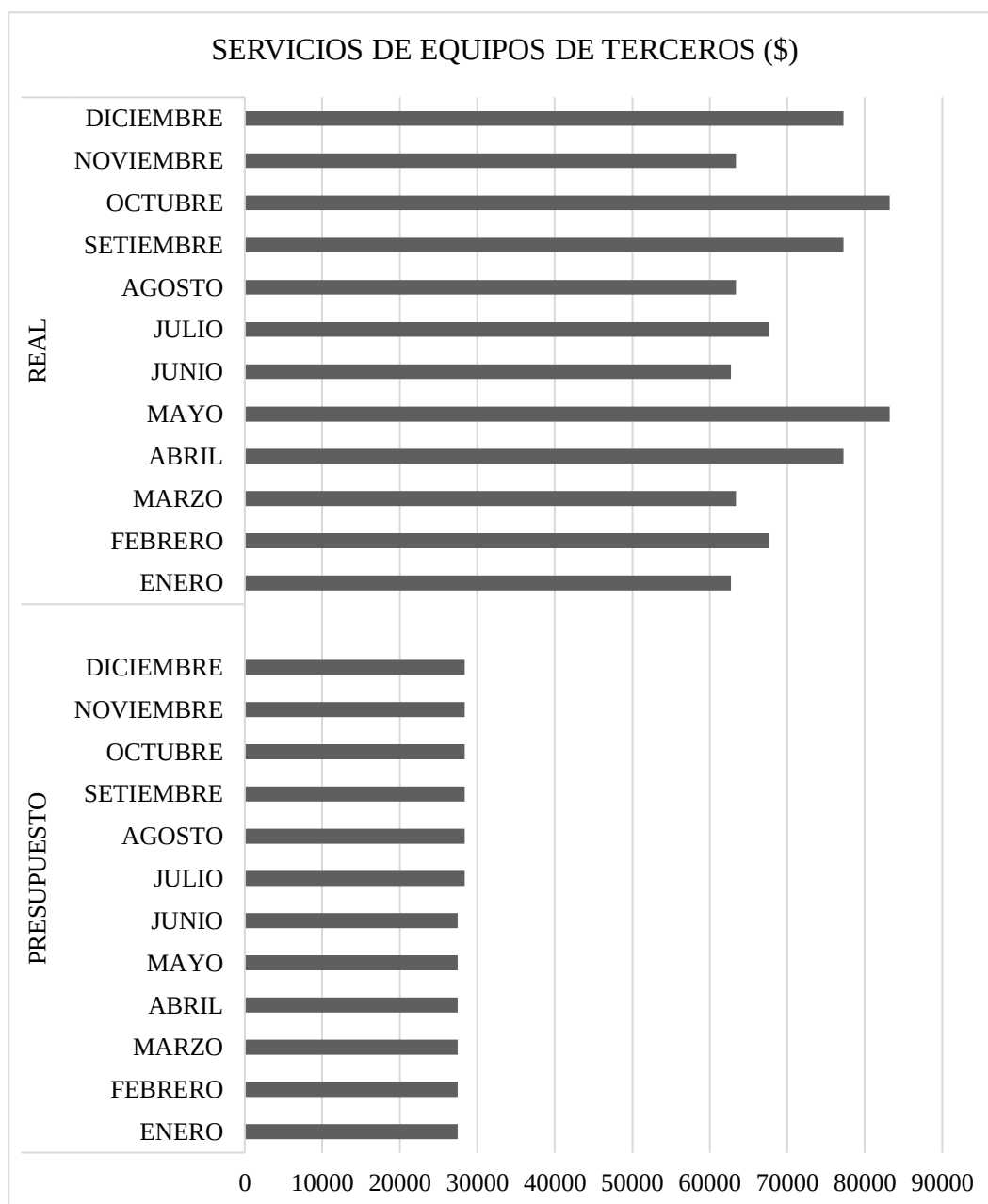
Imagen 05. Comparación de costos indirectos de la mina



Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

- **Servicios de equipos de terceros:** Con un exceso del 153.5% (Anexo 25), este es el sobrecosto relativo más alto. Este indicador no debe ser interpretado como un problema de gestión de proveedores, sino como un síntoma inequívoco de la falta de fiabilidad de la flota propia de la mina. Los datos operativos revelan una brecha crítica entre la Disponibilidad Mecánica (DM), que se mantiene en un rango aceptable del 82-84%, y la Utilización Mecánica (UM), que colapsa a niveles tan bajos como 49-52%. Esto significa que los equipos están mecánicamente listos para operar, pero permanecen inactivos casi la mitad del tiempo. Las causas raíz documentadas son las fallas recurrentes (Tiempo Medio Entre Fallas - MTBF) y, de manera crucial, la "falta de operadores". Este déficit de personal calificado actúa como un cuello de botella tan paralizante como una avería mecánica. En consecuencia, cuando se necesita un equipo para una tarea crítica y el activo interno no está disponible, la gerencia se ve forzada a recurrir a la contratación de costosos servicios externos. Este sobrecosto es, en efecto, un "impuesto a la contingencia" que la mina paga por sus fallas internas en mantenimiento y planificación de recursos humanos.

Imagen 06. Servicios de equipos de terceros



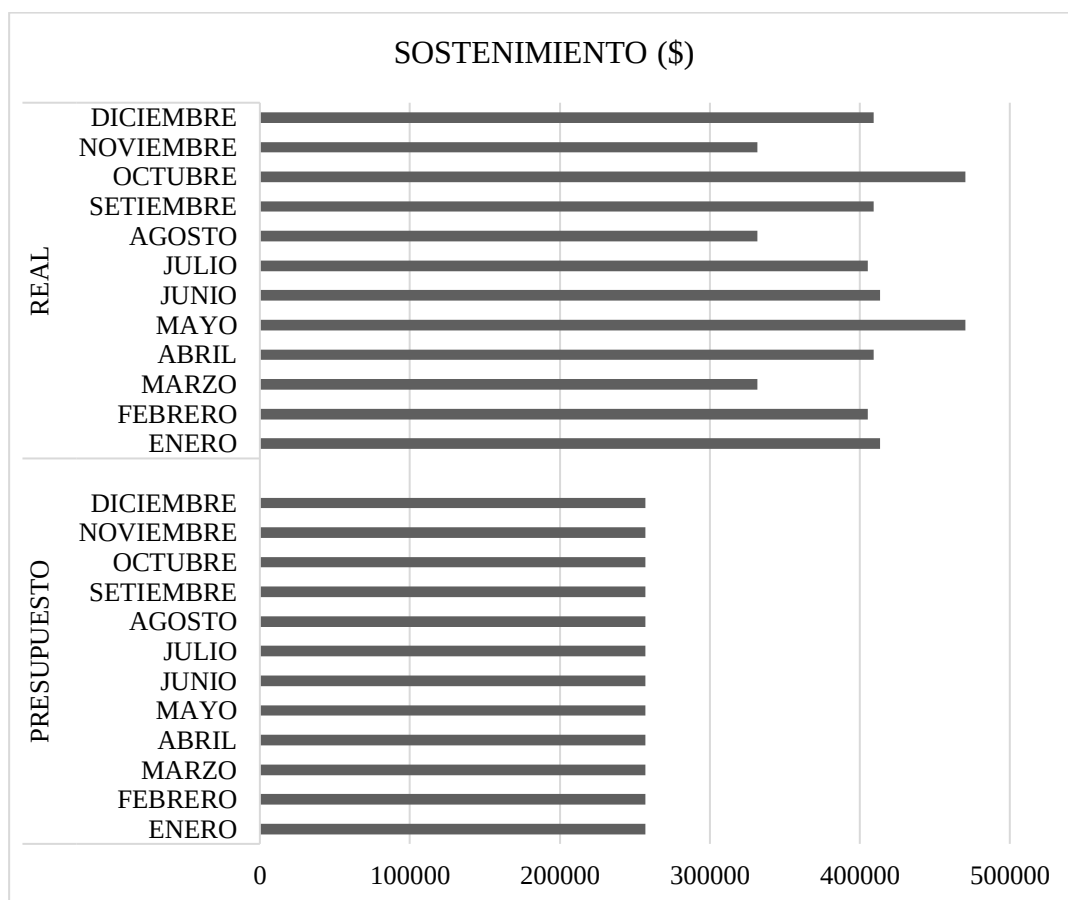
Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

- **Sostenimiento:** El proceso de Sostenimiento emerge como un área de "Alerta Crítica", con un sobrecosto del 55.7% que se traduce en \$1.7 millones por encima del presupuesto. Este desvío financiero no es un problema inherente al proceso de sostenimiento en sí, sino que debe ser

interpretado como un síntoma de fallas graves en una etapa anterior del ciclo de minado. La causa raíz, documentada como "sobrerotura no prevista y sostenimiento reactivo en zonas con $RMR < 45$, apunta inequívocamente a una ejecución deficiente de la perforación y voladura. La operación se desarrolla en un macizo rocoso de calidad variable, con valores de Rock Mass Rating (RMR) que oscilan entre 35 y 60, indicando condiciones de regulares a malas. En este contexto, no adaptar el diseño y la ejecución de la voladura a las condiciones geomecánicas locales es una fuente garantizada de daño a la roca circundante (sobrerotura). Esta sobrerotura, obliga a la mina a aplicar más materiales de soporte (concreto lanzado, pernos, malla) de los planificados, en una modalidad de "Retrabajo" que es invariablemente más costosa y lenta que un sostenimiento preventivo y estandarizado. El sobre costo en sostenimiento, por lo tanto, es la factura financiera directa de un riesgo geomecánico no gestionado en el proceso de excavación.

Adicionalmente, el rubro de Suministros de Mina muestra una desviación moderada del +7.7%, atribuida a la variabilidad de precios de insumos críticos como resinas, shotcrete y pernos. Esta variabilidad puede ser exacerbada por una gestión de inventarios deficiente o compras reactivas, ambas consecuencias de una planificación operativa ineficaz.

Imagen 07. Comparación de costos del proceso de sostenimiento



Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

- **Explotación y Taladros Largos (Variación de -17.1% y -33.3%).**

Los procesos de Explotación y Taladros Largos presentan variaciones negativas del -17.1% y -33.3% respectivamente, lo que a primera vista podría sugerir un desempeño eficiente. Sin embargo, esta es una conclusión engañosa. Como se estableció en la "Falacia de los Ahorros", estos ahorros aparentes deben ser confrontados con el severo incumplimiento de las metas físicas. La operación no gastó menos en estas áreas por optimizar el costo por tonelada extraída o por metro perforado; gastó menos porque el volumen total de trabajo ejecutado fue drásticamente inferior al planificado.

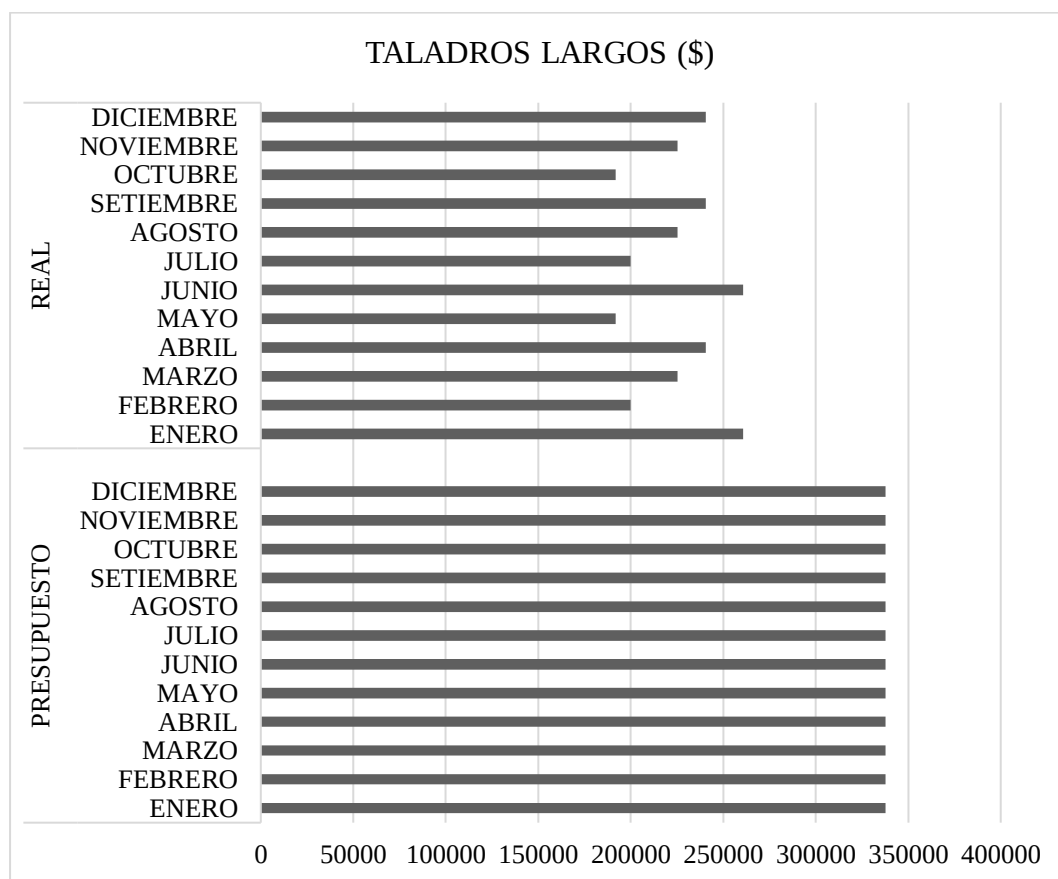
El déficit de 150,980 toneladas en la producción y de 9,485 metros en los avances demuestra que estas áreas no lograron cumplir su misión operativa (Imagen 08 y 09), y la reducción de costos es simplemente un reflejo de esa inactividad forzada. La variación, en este caso, no indica eficiencia, sino un profundo problema de capacidad y rendimiento.

Imagen 08. Comparación de costos en el proceso de explotación por terceros



Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

Imagen 09. Comparación de costos del proceso de taladros largos.



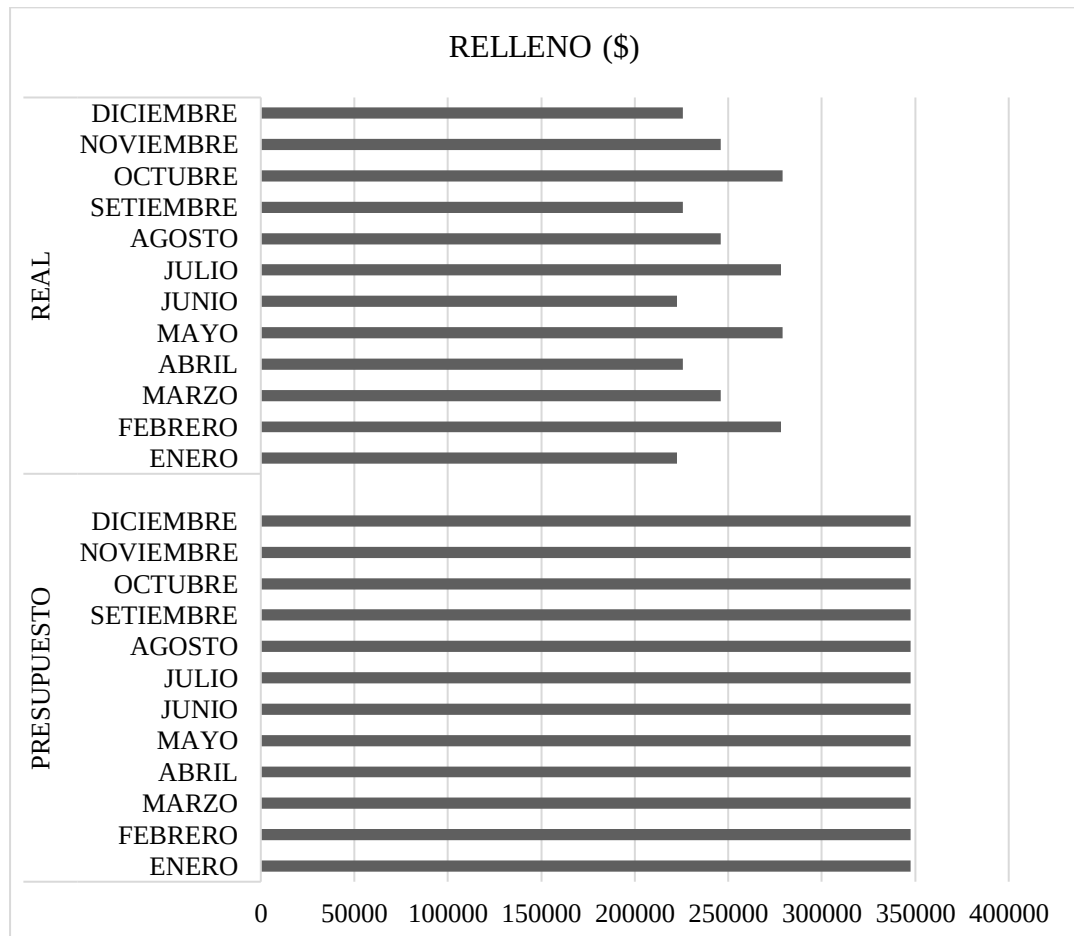
Fuente: elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

- **Relleno: Análisis del Ciclo de Producción Desincronizado (Variación de -28.6%).**

El proceso de Relleno muestra una variación negativa del -28.6%, lo que representa casi \$1.2 millones frente al presupuesto. Al igual que en los procesos de producción directa, esta variación no es un indicador de eficiencia. El relleno es una actividad que sigue a la extracción en el ciclo de minado. Si los tajeos no se explotan según el cronograma, la necesidad de rellenarlos se pospone, lo que naturalmente reduce los gastos en esta partida dentro del período de reporte. Los informes operativos documentan

explícitamente esta desincronización, citando casos como el del Tajo 106 Nv23, cuya explotación se detuvo debido a retrasos en el relleno de un área anterior. Esta evidencia demuestra la interdependencia crítica entre los procesos y cómo un retraso en una etapa genera un efecto dominó que, si bien puede reflejarse como un "ahorro" contable a corto plazo, en realidad representa una interrupción del flujo de valor y una pérdida de ritmo productivo global

Imagen 010. Comparación de costos del proceso de Relleno

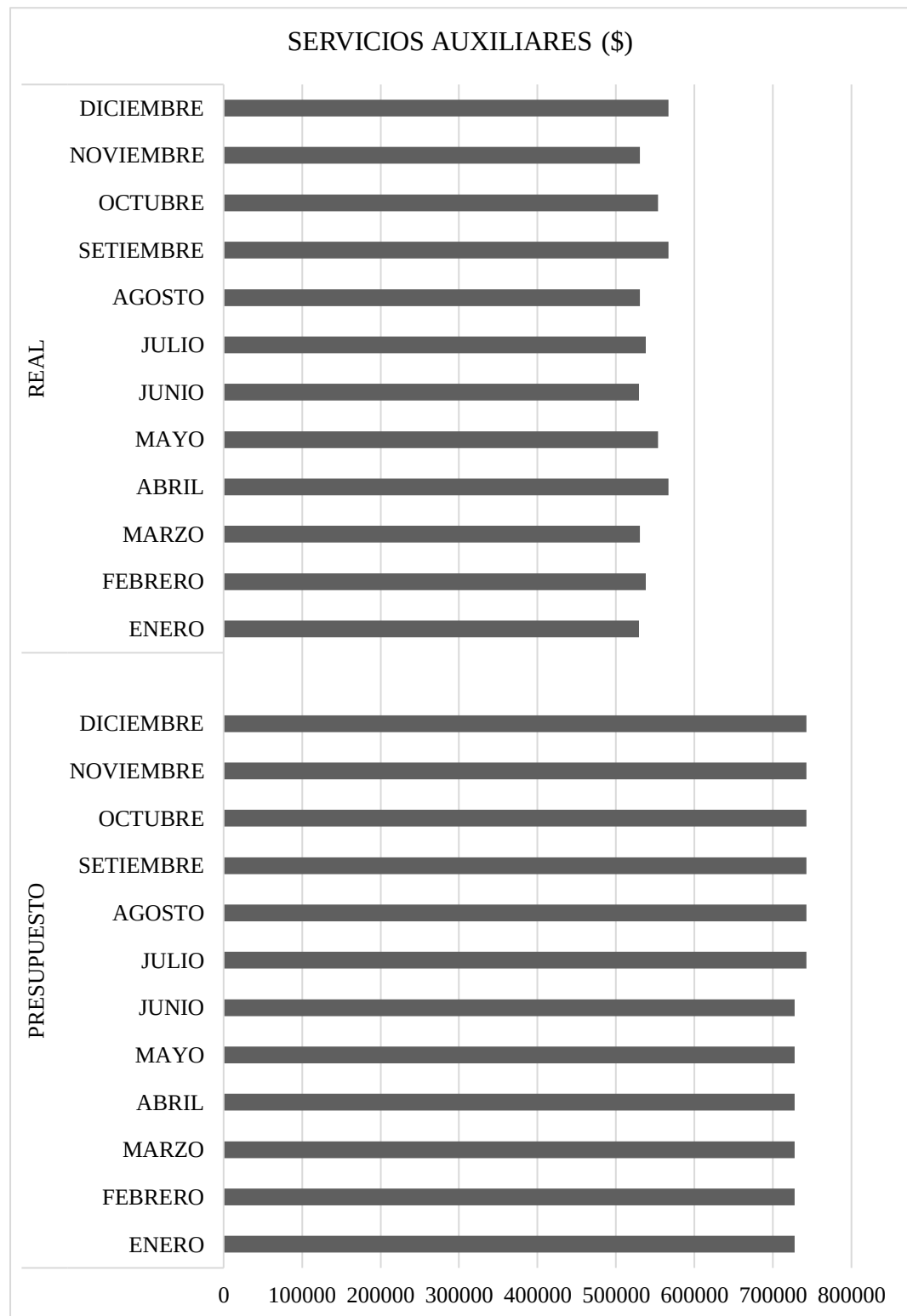


Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

- **Servicios Auxiliares y Transporte en Superficie (Variación de -25.9% y -8.0%).**

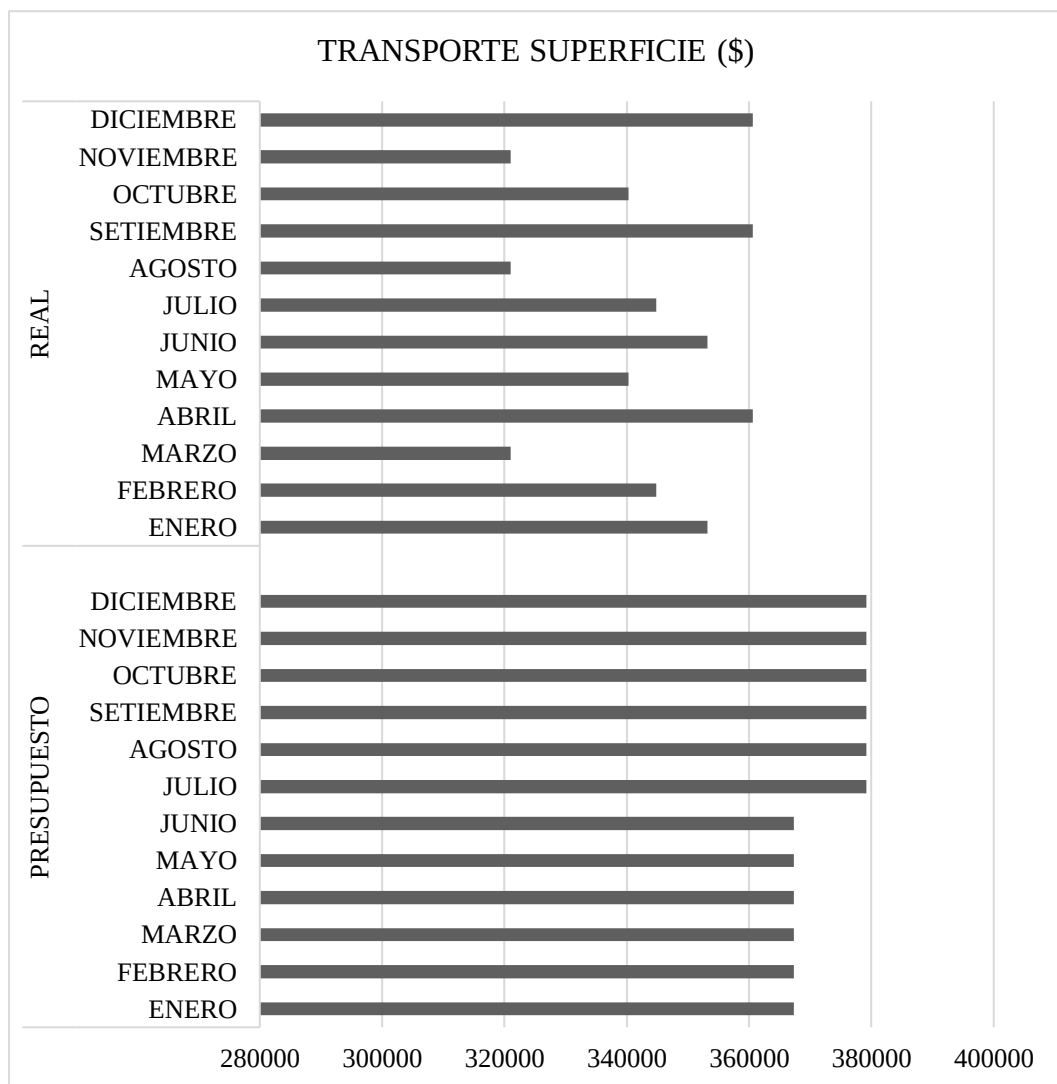
Las variaciones negativas en Servicios Auxiliares (-25.9%) y Transporte en Superficie (-8.0%) refuerzan la tesis central del bajo rendimiento operativo. Estas actividades de soporte están directamente correlacionadas con el ritmo general de la mina. Un menor número de toneladas extraídas de interior mina significa un menor número de toneladas que necesitan ser transportadas en superficie desde el portal hasta la planta de procesamiento. De manera similar, una menor actividad general en los frentes de trabajo reduce la demanda de servicios auxiliares. Por lo tanto, la variación en estos costos no debe interpretarse como una optimización de dichos servicios, sino como un reflejo directo de la contracción en la actividad productiva principal. El sistema en su conjunto está operando a un ritmo inferior al planificado.

Imagen 011. Comparación de costos en el proceso de servicios auxiliares



Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25

Imagen 012. Comparación de costos del proceso de transporte en superficie



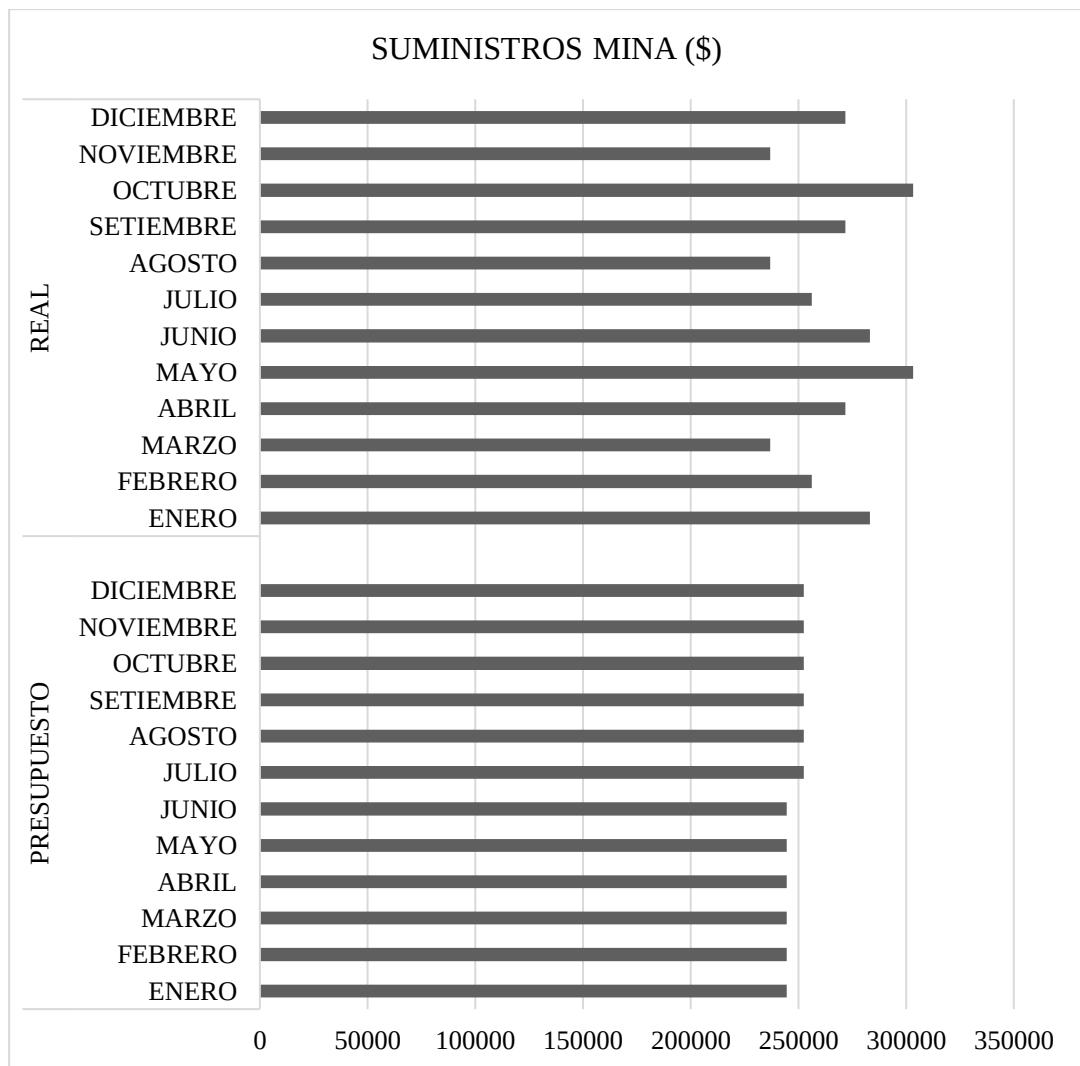
Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25

- **Provisión y Suministros de Mina (Variación de -30.0% y +7.7%)**

Finalmente, las variaciones en Provisión (-30.0%) y Suministros de Mina (+7.7%) ofrecen pistas adicionales sobre la gestión operativa. El subgasto en la partida de provisión podría ser un artefacto contable o de planificación que requiere una revisión interna. Por otro lado, el ligero sobrecosto en Suministros de Mina, atribuido a la variabilidad de precios de insumos como resinas y pernos, puede ser también un indicador de una gestión de

inventarios ineficiente. Una operación caótica y reactiva a menudo conduce a compras de último minuto y en lotes pequeños, que son inherentemente más costosas que las adquisiciones planificadas y a granel. La necesidad de comprar urgentemente materiales de sostenimiento para hacer frente a una sobrerotura inesperada es un ejemplo perfecto de cómo una falla operativa puede generar sobrecostos indirectos en la cadena de suministro.

Imagen 013. Comparación de costos del proceso de suministros de mina



Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos del Anexo 25.

La Falacia de los "Ahorros": Desenmascarando el Bajo Desempeño

A primera vista, los informes de costos muestran "ahorros" en procesos operativos clave como Explotación (-17.1%), Relleno (-28.6%) y Taladros Largos (-33.3%). Sin embargo, interpretar estas cifras como un signo de eficiencia sería un grave error. Estos ahorros aparentes deben ser yuxtapuestos con el severo incumplimiento de las metas físicas: la operación dejó de producir 150,981 toneladas de mineral y de ejecutar 9,485 metros lineales de avances de desarrollo en comparación con el plan.

La conclusión es ineludible, la mina no gastó menos por ser más eficiente, sino porque hizo menos. No se alcanzaron los niveles de producción y desarrollo necesarios para sostener el modelo de negocio. Este fenómeno expone la paradoja del cash cost, éste se disparó a pesar de los "ahorros" en costos. Este análisis demuestra que una evaluación de costos basada únicamente en las variaciones de las partidas presupuestarias es engañosa y oculta las profundas ineficiencias operativas que son la verdadera causa de la crisis financiera de la unidad.

Tabla 014. Cuadro de resumen de costos operativos por año de explotación de la Minera Alpayana, Unidad Americana.

Proceso	Presupuesto (\$)	Real (\$)	Evaluación/ Desempeño	Nivel de Riesgo
Explotación	14,501,763.83	12,016,338.64	✓ Tolerable del -17.1%	Riesgo tolerable
Servicios Auxiliares	8,821,349.24	6,534,531.40	✓ Tolerable del -25.9%	Riesgo tolerable
Sostenimiento	3,083,891.97	4,802,011.30	✗ Exceso del 55.7%	Alerta Crítica
Transporte Superficie	4,479,300.00	4,121,476.15	✓ Tolerable del -8.0%	Riesgo tolerable
Relleno	4,168,625.94	2,974,371.27	✓ Tolerable del -28.6%	Riesgo tolerable
Taladros Largos	4,051,156.54	2,703,011.39	✓ Tolerable del -33.3%	Riesgo tolerable
Servicios de Equipos de Terceros	334,945.26	849,043.52	✗ Exceso del 153.5%	Alerta Crítica
Provisión	180,000.00	125,982.63	✓ Tolerable del -30%	Riesgo tolerable
Suministros Mina	2,981,893.35	3,211,679.23	✓ Tolerable del 7.7%	Riesgo tolerable
Costos Indirectos Mina	31,206,645.62	61,019,687.22	✗ Exceso del 95.5%	Alerta Crítica

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro incorpora tableros de control con alertas visuales para desviaciones críticas (Anexo 25).

Avance para la preparación, desarrollo y extracción.

Los avances totales programados para el año 2024 suman 33,480 metros lineales, que se dividen en 15,552 metros lineales para la zona de cuerpos y 17,928 metros lineales para la zona de vetas. Sin embargo, al revisar el avance real hasta la fecha de corte, se observa una variación negativa significativa, especialmente en la zona de cuerpos, con un déficit de 5,730 metros lineales, y en la zona de vetas con 3,755 metros lineales menos de lo programado.

Tabla 015. Avances en preparación, desarrollo y extracción

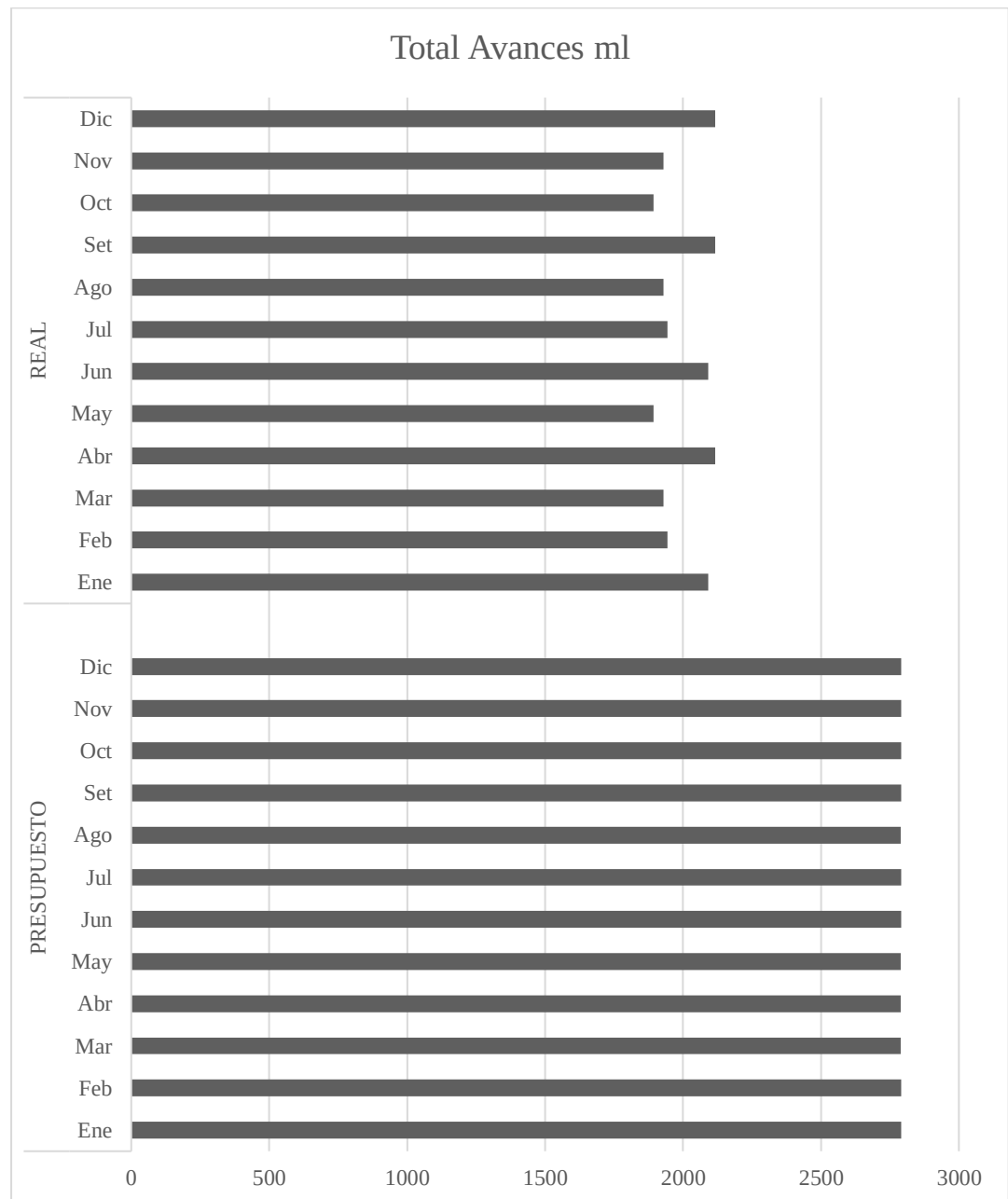
		PPTO	REAL	Variación
				-
Avances Cuerpos	ml	15,552	9,822	5,730
				-
Avances Vetos	ml	17,928	14,173	3,755
				-
Total Avances	ml	33,480	23,996	9,485
Total Costos				-
Avances	\$	34,972,387	25,303,666	9,668,721

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anexo 28

Costos presupuestados a los avances asciende a \$34,972,387 pero, el análisis muestra que el costo acumulado hasta diciembre es de \$25,303,666, lo que genera una variación de -\$9,668,721 menos de lo previsto. Esto refleja

que los avances físicos están por debajo de lo programado y afecta el ritmo de las operaciones.

Imagen 014. Avance total por año en metros lineales de preparación, desarrollo y extracción.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Anexo 28.

Imagen 015. Costo total por año de Avance en preparación, desarrollo y extracción.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Anexo 28.

La variación negativa en el avance de los metros lineales tiene implicaciones en la producción futura (Imagen 14) y el flujo de caja de la

operación minera (Imagen 15), por lo que se debe revisar los factores que están generando esta brecha y realizar ajustes en la planificación y ejecución para mejorar la eficiencia de las operaciones y cumplir con los objetivos de avance previstos

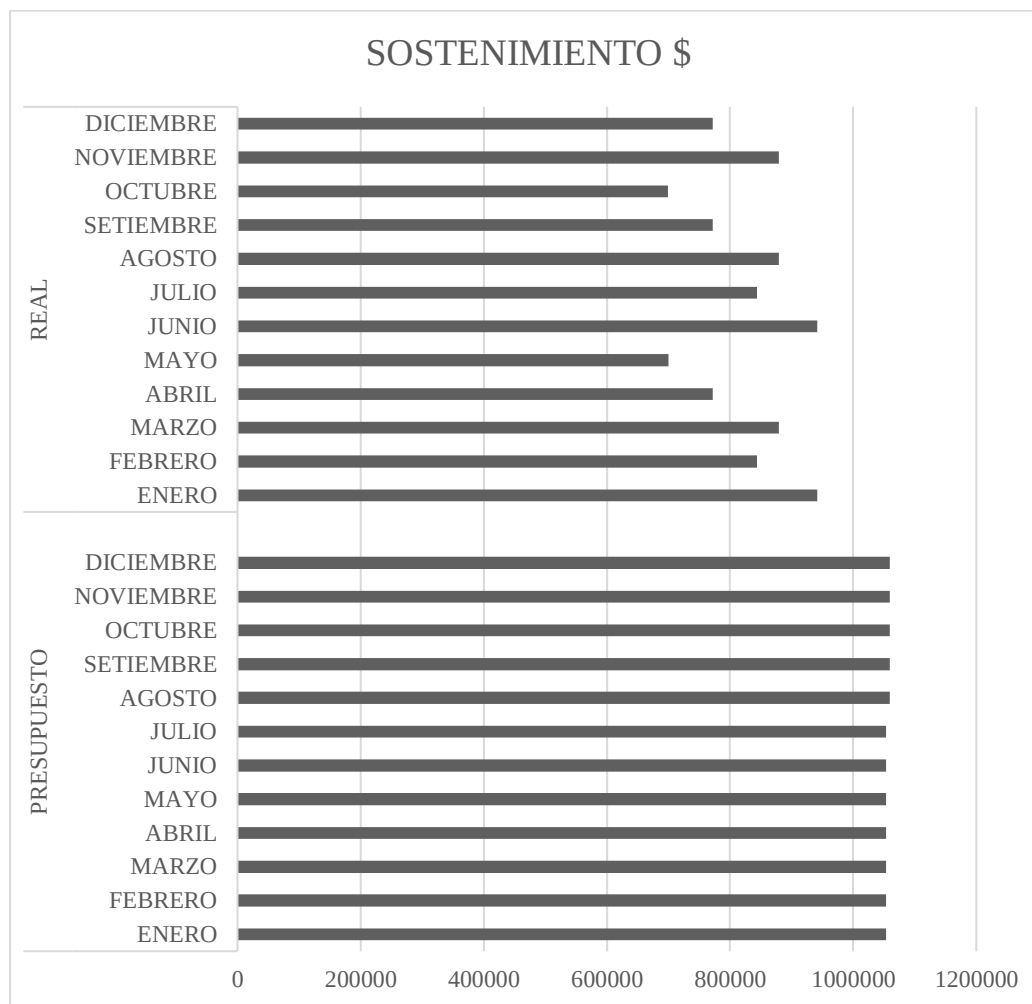
Costos de los avances de preparación, desarrollo y extracción.

El cuadro muestra la programación semanal para diversas labores de desarrollo y preparación de la mina. Los trabajos están distribuidos por niveles y frentes (flotas), detallando la actividad específica (preparación, desarrollo, extracción), la sección de labor y el objetivo de cada labor.

- **Costos de sostenimiento en las labores de avance.**

En el proceso de Sostenimiento, se presupuestó un costo de \$12,671,111, pero el costo real ejecutado fue de \$9,924,154. Esto representa un subgasto con una variación de -\$2,746,958. Este aparente ahorro no es un indicador de eficiencia, sino una consecuencia directa del significativo incumplimiento en las metas de avance físico. Al haberse ejecutado 9,485 metros lineales menos de lo planificado en los avances totales, la necesidad de materiales y trabajos de sostenimiento disminuyó en correspondencia, reflejando un menor volumen de trabajo realizado en lugar de una optimización de costos.

Imagen 016. Costo de los avances en sostenimiento



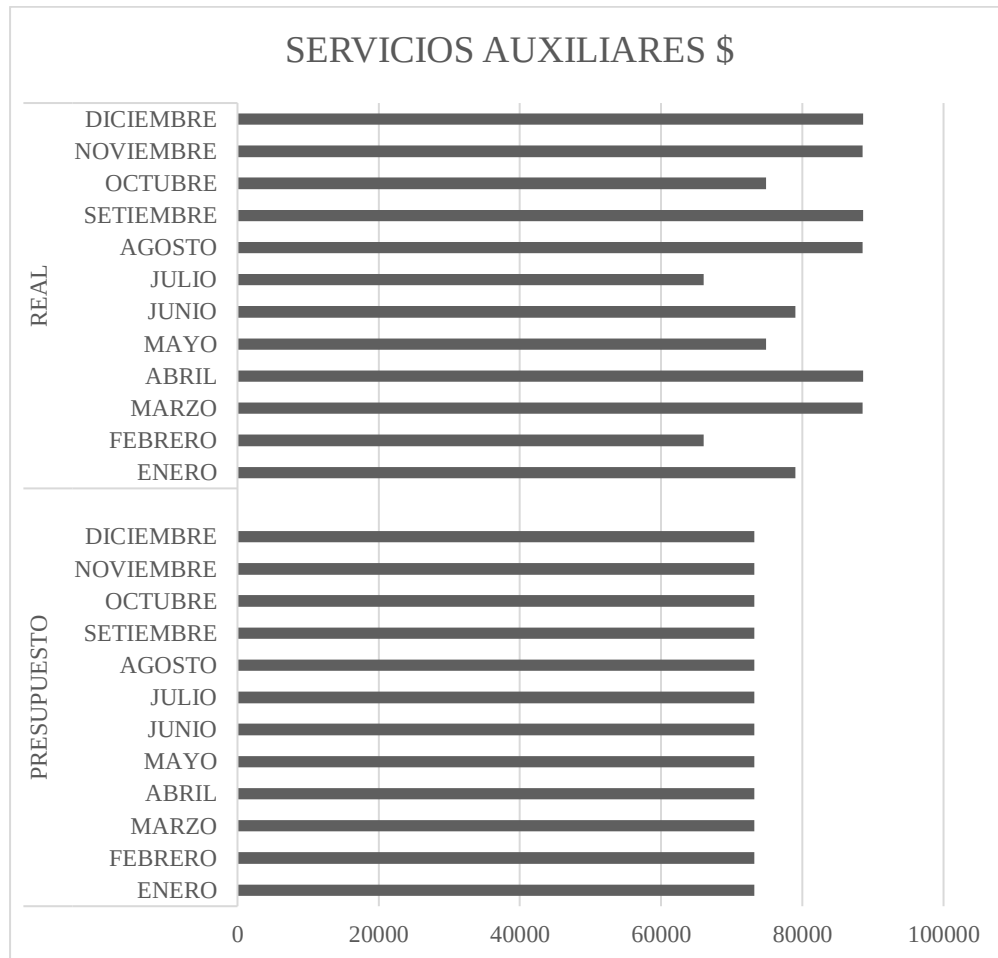
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Anexo 28.

- **Costos de servicios auxiliares en las labores de avance.**

Para los Servicios Auxiliares, el costo real de \$971,225 superó el presupuesto de \$878,549. Esta área registró un sobre costo con una variación de +\$92,677. A diferencia de otras partidas, este incremento en el gasto sugiere presiones de costos o ineficiencias en las actividades de soporte. Un análisis más detallado revela que el sobre costo fue impulsado principalmente por la subpartida de "Perforación TL Servicio" (Anexo 28),

que por sí sola tuvo una desviación negativa de +\$148,741, indicando una dependencia o costo mayor al previsto en este servicio específico.

Imagen 017. Costo de los avances en servicios auxiliares



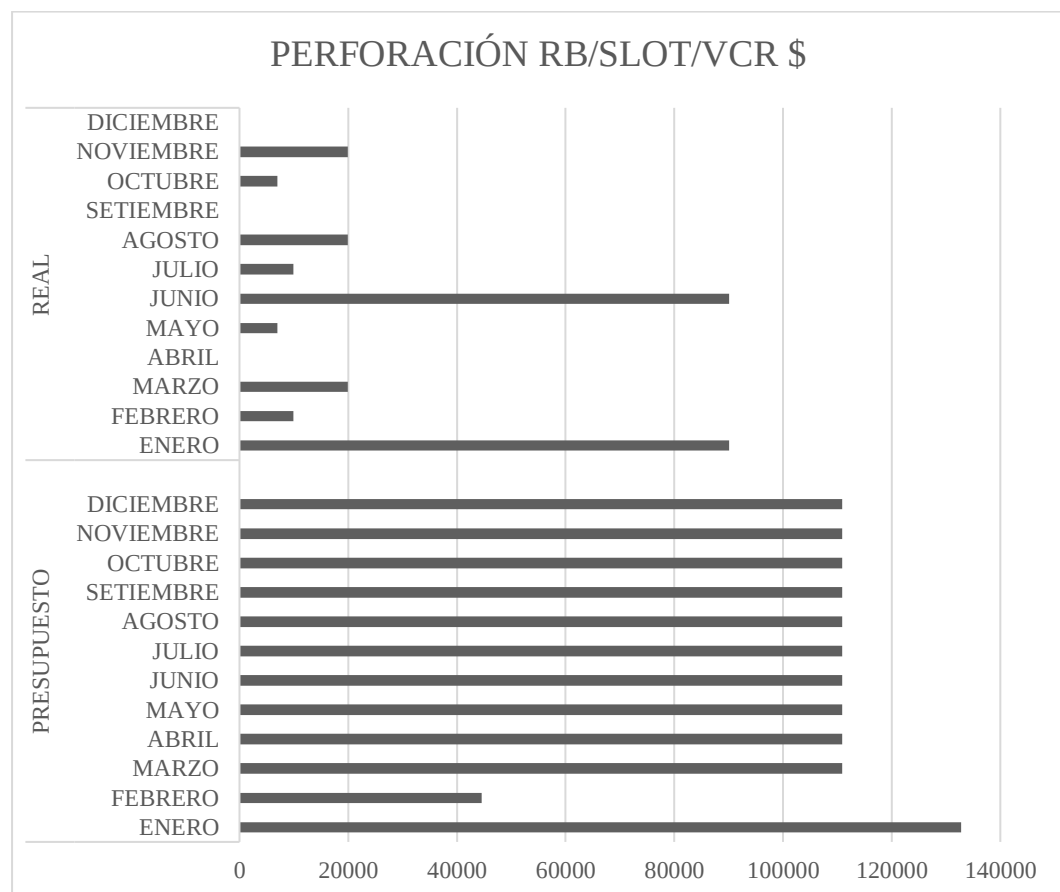
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Anexo 28.

- **Costo de perforación RB/SLOT/VCR en las labores de avances.**

El proceso de Perforación RB/SLOT/VCR muestra una de las mayores desviaciones positivas en términos contables. Frente a un presupuesto de \$1,286,226, el gasto real fue de solo \$273,859. La variación resultante es de -\$1,012,367. Este subgasto tan pronunciado es un claro reflejo de la

subejecución de las labores de preparación y desarrollo, donde este tipo de perforación es fundamental. La drástica reducción en el costo se debe a que una porción significativa del trabajo planificado simplemente no se llevó a cabo, lo que impacta directamente la preparación de futuras zonas de explotación.

Imagen 018. Costo de perforación RB/SLOT/VCR en los avances.



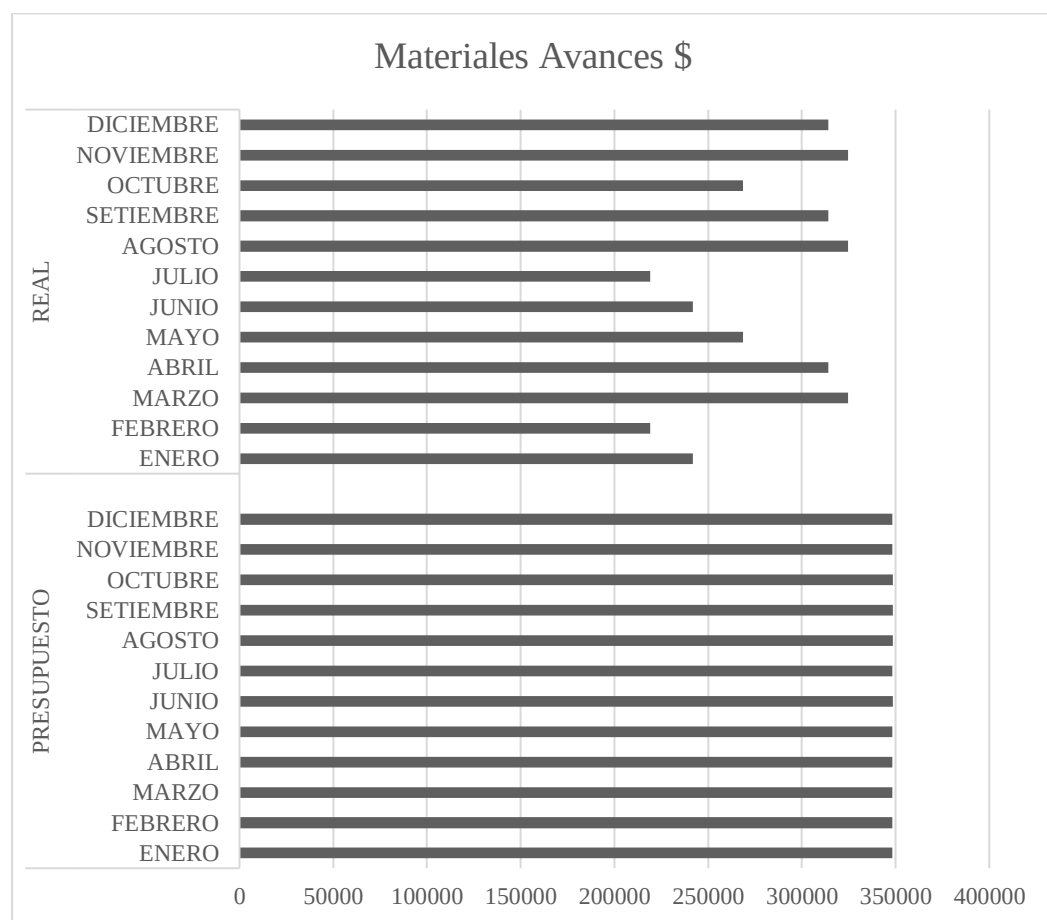
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Anexo 28.

- **Costos de materiales en las labores de avance.**

la partida de Materiales de Avance tuvo un costo real de \$3,376,156, cifra inferior al presupuesto de \$4,180,710. La variación total en esta categoría

es de -\$804,554. Al igual que en otros procesos de producción directa, este subgasto está directamente correlacionado con el déficit en los metros de avance ejecutados. Es notable, sin embargo, dentro de esta categoría general de ahorro, subpartidas específicas como "Otros Materiales" y "Fierro, Ángulos, Perfiles, Canales" registraron sobrecostos de +\$112,400 y +\$18,833 respectivamente (Anexo 28), lo que podría indicar un aumento en el precio o un uso ineficiente de estos insumos particulares a pesar de la menor actividad general.

Imagen 019. Costo de materiales de avances



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Anexo 28.

Tabla 016. Análisis de Costos por año de Avances por Proceso (Presupuesto vs. Real)

Proceso	Presupuest o (\$)	Real (\$)	Evaluación/ Desempeño	Nivel de Riesgo
Sostenimiento	12,671,111	9,924,154	✓ Tolerable del -21.7%	Riesgo tolerable
Servicios Auxiliares	878,549	971,225	✗ Exceso del 10.5%	Riesgo crítico
Perforación RB/SLOT/VCR	1,286,226	273,859	✓ Tolerable del -78.7%	Riesgo tolerable
Materiales Avance	4,180,710	3,376,156	✓ Tolerable del -19.2%	Riesgo tolerable

Fuente: Elaboración propia basada en Anexo 27 y Anexo 28 del documento de investigación.

Nota, Las variaciones negativas (subgastos), aunque clasificadas como "Tolerables" desde una perspectiva puramente presupuestaria, son un reflejo directo de la subejecución de las metas físicas de avance. La operación gastó menos porque ejecutó significativamente menos metros de los planificados, lo que indica un problema de rendimiento y no de eficiencia en el control de costos

4.2.3.4. Identificación de desperdicios en los procesos evaluados.

El Síntoma: Dependencia Paralizante de Servicios de Terceros

El análisis de la estructura de costos identificó el sobre costo del 153.5% en "Servicios de Equipos de Terceros" como una de las alertas críticas más severas. Este desembolso, que superó el presupuesto en más de medio millón de dólares, no

puede ser atribuido a una mala gestión de proveedores o a fluctuaciones del mercado. Es el síntoma más visible de un problema interno profundo y sistémico: la incapacidad de la flota de equipos propia de la mina para satisfacer la demanda operativa. Cuando los activos internos fallan en cumplir su función, la gerencia se ve forzada a recurrir a soluciones externas, más costosas y menos eficientes, para evitar una parálisis total de la producción. Este sobrecosto es, por lo tanto, el precio que la operación paga por su propia ineficiencia en la gestión de activos.

El Problema Central: La Brecha de Utilización

Para diagnosticar la causa raíz de esta dependencia, es crucial analizar los indicadores clave de rendimiento (KPIs) de la flota. Los datos extraídos de los Anexos 16, 17 y 18 revelan una paradoja operativa: el problema principal no es que los equipos estén perpetuamente averiados, sino que, incluso cuando están mecánicamente disponibles, no se utilizan de manera efectiva. Este fenómeno se manifiesta en una brecha crítica entre dos métricas fundamentales: la Disponibilidad Mecánica (DM) y la Utilización Mecánica (UM).

La Disponibilidad Mecánica (DM) mide el porcentaje de tiempo que un equipo está en condiciones mecánicas de operar. La Utilización Mecánica (UM) mide el porcentaje de tiempo que un equipo realmente opera. Un análisis detallado de estas métricas por zona y tipo de equipo expone la magnitud del problema:

Zona Cuerpos:

Jumbo: DM 82% vs. UM 53%

Simba: DM 80% vs. UM 50%

Dumpers: DM 87% vs. UM 70%

Scoops: DM 82% vs. UM 63%

Zona Vetas:

Dumpers: DM 93% vs. UM 50%

Jumbos: DM 83% vs. UM 55%

Simba: DM 81% vs. UM 52%

Estos datos son reveladores. Un análisis superficial de la Disponibilidad Mecánica podría sugerir que el desempeño del departamento de mantenimiento es casi aceptable (por ejemplo, un 82% de DM está cerca del objetivo industrial del 85%). Sin embargo, los datos de Utilización Mecánica cuentan una historia completamente diferente. Un Jumbo en la Zona Cuerpos, por ejemplo, está mecánicamente listo para trabajar el 82% del tiempo, pero solo se opera el 53% del tiempo. Esto significa que casi un 30% del tiempo total disponible se pierde con un equipo en perfectas condiciones, pero inactivo. De manera similar, un Dumper en la Zona Vetas, con una excelente disponibilidad del 93%, solo se utiliza la mitad del tiempo (UM 50%).

Esta brecha de utilización es el verdadero cuello de botella. Demuestra que el problema trasciende el mantenimiento mecánico y se adentra en el ámbito de la gestión de operaciones y el capital humano. El principal obstáculo para la productividad no son solo las máquinas averiadas, sino la incapacidad sistémica para operar las máquinas que están listas para trabajar.

La Brecha de Utilización: Análisis de Causa Raíz

La brecha entre la disponibilidad y la utilización se origina en dos causas fundamentales interrelacionadas: una confiabilidad crónica deficiente de los equipos y un cuello de botella crítico en el capital humano.

Causa 1: Confiabilidad Crónica Deficiente.

Aunque los promedios de DM se acercan a los objetivos, la confiabilidad subyacente de la flota es pobre. Esto se evidencia en la frecuencia y duración de las paradas no planificadas. Los informes operativos semanales de julio de 2024 cuantifican el impacto de estas fallas. Por ejemplo, en una semana crítica, dos volquetes acumularon 170 horas fuera de servicio, tres dumpers sumaron 120 horas de detención, y la planta de shotcrete estuvo inoperativa durante 42 horas (cuatro días), paralizando por completo las labores de sostenimiento en múltiples frentes. Estas no son incidencias aisladas, sino un patrón recurrente.

Los datos de los Anexos 18 y 19 sobre el Tiempo Medio Para Reparar (MTTR) y el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) confirman este diagnóstico. Un MTTR promedio de 6 horas y un MTBF promedio de 40 horas indican que los equipos fallan con frecuencia y que las reparaciones son prolongadas. Este patrón es característico de una cultura de mantenimiento reactiva, donde las reparaciones se realizan después de la falla en lugar de ser prevenidas mediante un mantenimiento proactivo y basado en la condición del equipo.

Causa 2: El Cuello de Botella del Capital Humano.

Este es un factor crítico, a menudo subestimado, pero claramente documentado en los informes operativos de la mina. Un análisis sistemático de las justificaciones textuales para el incumplimiento de metas en los Anexos 08 al 15 revela una causa raíz persistente: la falta de personal calificado. Frases como "falta de personal" y "falta de operadores" aparecen repetidamente como la razón principal de los retrasos en la producción y el avance.

Ejemplos específicos ilustran la gravedad del problema:

Anexo 10 (febrero), TJ 106: El incumplimiento se atribuye al "impacto por falta de operadores de jumbo".

Anexo 11 (febrero), Nivel 22.2: El retraso se debe al "impacto por falta de operadores de jumbo".

Anexo 14 (agosto), TJ 104: La reanudación del trabajo en el tajo se vio impedida por "falta de operador".

Estos no son incidentes aislados, sino un patrón sistémico que demuestra que la escasez de personal calificado es un cuello de botella tan paralizante como una avería mecánica. La referencia en el índice al Anexo 20, titulado "Ausentismo de personal – nuevos ingresos", indica que la gerencia reconoce formalmente la "rotación de personal" como un problema que requiere ser reportado a la Gerencia General, validando su importancia estratégica.

Estos dos problemas —máquinas que se averían con frecuencia y la falta de personal para operarlas cuando funcionan— crean una sinergia negativa devastadora. La alta rotación y la escasez de operadores pueden llevar a que personal menos experimentado maneje los equipos, lo que potencialmente aumenta la probabilidad de averías. A su vez, la frustración de trabajar constantemente con equipos poco confiables puede contribuir a una mayor rotación de personal. Este círculo vicioso asegura que la flota nunca pueda alcanzar su utilización objetivo, convirtiendo la costosa dependencia de terceros en una característica permanente de la operación en lugar de una solución temporal.

Tabla 017. Cuadro de Mando del Rendimiento de la Flota de Equipos (DM vs. UM por Zona)

Tipo de Equipo	Zona	DM Objetivo	DM Real	UM Objetivo	UM Real	Brecha de Utilización (%)
Jumbo	Cuerpos	85%	82%	60%	53%	-29%
Jumbo	Vetas	85%	83%	60%	55%	-28%
Simba	Cuerpos	85%	80%	60%	50%	-30%
Simba	Vetas	85%	81%	60%	52%	-29%
Scoops	Cuerpos	85%	82%	60%	63%	-19%
Scoops	Vetas	85%	84%	60%	50%	-34%
Dumpers	Cuerpos	85%	87%	60%	70%	-17%
Dumpers	Vetas	85%	93%	60%	50%	-43%
Volquetes	Cuerpos	85%	81%	60%	59%	-22%
Volquetes	Vetas	85%	82%	60%	71%	-11%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Anexos 16, 17 y 18.

Falla en el Control del Terreno: El Impacto Financiero de una Ingeniería Subóptima.

El Síntoma: El Sobre costo del 55.7% en Sosténimiento.

El sobre costo de \$1.7 millones en la partida de "Sosténimiento" es más que una simple desviación presupuestaria; es la manifestación financiera de un problema de ingeniería fundamental en el ciclo de minado. Este gasto excesivo en concreto lanzado (shotcrete), pernos y mallas no se debe a un aumento imprevisto en los precios de los insumos, sino a la necesidad de aplicar más soporte del planificado para estabilizar las excavaciones. Este hecho apunta directamente a una deficiencia en la calidad de la excavación misma, un problema que se origina en las etapas previas de perforación y voladura.

Diagnóstico de la Causa Técnica: "Sobrerrotura" en Condiciones de Terreno Variables.

El contexto geomecánico de la Unidad Americana es un factor clave que no puede ser ignorado. Los estudios geomecánicos descritos en el cuerpo de la investigación indican que la operación se desarrolla en un macizo rocoso de calidad variable. La clasificación del macizo rocoso (RMR) oscila entre valores de 41 a 60 (calidad "Regular") en la roca encajonante, pero desciende a un rango de 35 a 45 (calidad "Regular a Mala") en las zonas mineralizadas de las vetas. Operar en estas condiciones, especialmente en las zonas de menor competencia geomecánica, requiere un control de ingeniería extremadamente preciso para mantener la estabilidad de las excavaciones.

El término técnico para la excavación excesiva más allá del perfil de diseño es "sobrerrotura". Esta sobrerrotura es el resultado directo de utilizar diseños de voladura que no están adecuadamente adaptados a las condiciones geomecánicas locales. Una carga explosiva excesiva, un patrón de perforación incorrecto o una secuencia de detonación inadecuada pueden fracturar y dañar la roca más allá de los límites de la excavación planificada, creando un perfil irregular y debilitado que requiere un sostenimiento adicional y costoso.

La propia justificación de la mina para el sobre costo en sostenimiento, citada como "sobrerrotura no prevista y sostenimiento reactivo", es una causa implícita de esta falla de ingeniería. La frase "no prevista" es particularmente reveladora. En un entorno geomecánico conocido por su variabilidad, la sobrerrotura no debería ser un evento imprevisto, sino una variable de riesgo a ser gestionada proactivamente a través de un diseño de voladura adaptativo. La necesidad de aplicar un sostenimiento "reactivo" confirma que la operación no está previniendo el daño, sino corrigiéndolo después de que ocurre, un enfoque que es inherentemente más costoso e ineficiente.

Un Diagnóstico Sistémico: Trazando la Cascada de Ineficiencia

El análisis de las secciones anteriores ha demostrado que los problemas de la Unidad Americana no son incidentes aislados, sino componentes de un sistema disfuncional. Las fallas en un área del proceso no permanecen contenidas; en cambio, desencadenan un efecto dominó que propaga la ineficiencia y los costos a lo largo de toda la cadena de valor. Para visualizar esta dinámica, es útil aplicar el

marco de los desperdicios tal como se identifican en las Tablas 14 a 16 del documento de investigación.

La cadena causal de la ineficiencia en Alpayana puede ser trazada de la siguiente manera:

El ciclo comienza con un Defecto en la etapa de perforación y voladura. Un diseño de voladura que no se ajusta a las condiciones geomecánicas locales produce una sobrerrotura, un defecto fundamental en la calidad de la excavación.

Este defecto inicial obliga a un Retrabajo costoso en la siguiente etapa. El equipo de sostenimiento debe aplicar un soporte "reactivo", utilizando más materiales (Sobreprocesamiento) de los que serían necesarios en una excavación bien controlada.

Este retrabajo, junto con la baja confiabilidad de los equipos de sostenimiento (como la planta de shotcrete), genera masivos Tiempos de Espera. Los equipos de acarreo y transporte no pueden acceder al frente de trabajo hasta que el sostenimiento reactivo se complete, dejando a operadores y máquinas costosas en estado de inactividad.

La baja confiabilidad de la flota interna, exacerbada por la escasez de operadores, crea otro cuello de botella. Cuando un equipo propio no está disponible, la gerencia recurre a la contratación de servicios de terceros, lo que se manifiesta como el sobrecosto del 153.5% y representa una fuga financiera directa.

Todo este ciclo de defectos, retrabajos y esperas ralentiza drásticamente el ritmo de producción y avance. El incumplimiento de las metas físicas reduce el denominador del cálculo del cash cost, inflando el costo unitario y destruyendo la rentabilidad.

Esta visión sistémica demuestra que las fallas operativas están intrínsecamente interconectadas. Una mala ejecución de la voladura no es solo un problema técnico; es un evento que desencadena una cascada de consecuencias financieras y operativas negativas.

Evidencia de retrasos sistémicos en los informes operativos.

La evidencia cualitativa contenida en los informes de cumplimiento mensual (Anexos 08 al 15) proporciona ejemplos concretos y diarios de este efecto dominó. Las justificaciones para el incumplimiento de metas no describen problemas aislados, sino una red de dependencias rotas donde la falla en un proceso se convierte en la causa del retraso en el siguiente.

Un ejemplo particularmente ilustrativo se encuentra en el Anexo 08, Nv. 21A TJ 104. La justificación del incumplimiento es la "demora en el relleno detrítico por equipo inoperativo y demora en lanzado de shotcrete por falta de equipo". Esta única frase encapsula la disfunción sistémica: una falla de equipo ("equipo inoperativo") causa un retraso en una actividad de soporte ("lanzado de shotcrete"), lo que a su vez retrasa otra actividad secuencial ("relleno detrítico"), impidiendo finalmente que se cumpla la meta de producción en el tajo.

La siguiente tabla agrega las justificaciones recurrentes de los informes operativos, demostrando que problemas como la indisponibilidad de equipos, la escasez de

personal y los retrasos en los servicios no son eventos excepcionales, sino características crónicas de la operación.

- Disponibilidad de Equipos: "demora en la perforación del tajo por equipo inoperativo (Simba J-19)" - Nv. 21A TJ 106 (Anexo 08); "falta de equipo de sostenimiento (Muki)" - Nivel 20 B, GL 190 SW (Anexo 09); "falta de volquete" - Nivel 21, XC 400 NW (Anexo 09).
- Escasez de Operadores: "falta de operadores de jumbo" - Nivel 20.2, TJ 106 (Anexo 10); "falta de personal para sostenimiento"- Nivel 21 B, GL 091 NE (Anexo 09); "falta de personal" - Nivel 22 B, RP (-13%) 048 NW (Anexo 09).
- Retrasos en Servicios/Insumos: "demora en lanzado de shotcrete por falta de equipo" - Nv. 21A TJ 104 (Anexo 08); "falta de lanzado de shotcrete" - Nivel 20 C, RP 008 NW (Anexo 09); "falta de shotcrete" - Nivel 21.1, GL 029 NE (Anexo 11).
- Condiciones Geomecánicas: "incumplimiento por inestabilidad de terreno" - Nv. 20B TJ 003 (Anexo 08); "impacto por condición geomecánica" - Nivel 18, TJ 003 (Anexo 10).
- Problemas de Planificación/Secuencia: "retraso de la RP 008 NW (secuencia)" - Nivel 20 C, XC 008 NW (Anexo 09); "se dio prioridad a otras labores" - Nivel 22 A, RP (-13%) 500 NE (Anexo 09).

4.2.4. Paso 04: Tratamiento de riesgos – beneficios esperados.

Con base en el análisis del estado actual y la identificación de desperdicios utilizando ISO 31000, se presentan propuestas para reconfigurar los procesos clave de la Unidad Minera Alpayana, eliminando desperdicios y mejorando el flujo de trabajo. Optimizar el flujo de trabajo en los subprocesos analizados para reducir tiempos muertos, mejorar la utilización de recursos y aumentar la eficiencia operativa.

El argumento central se fundamenta en el principio financiero fundamental de la optimización de beneficios, expresado en la fórmula $B=I-C$ (Beneficio = Ingreso - Costo). Se demostrará que las mejoras proyectadas en el "Estado Futuro" son el resultado directo y cuantificable de una estrategia de intervención deliberada que opera sobre dos palancas financieras simultáneamente:

Maximización de Ingresos (I): A través de la eliminación de cuellos de botella operativos para incrementar el volumen de producción y, por ende, el flujo de ingresos.

Reducción de Costos (C): Mediante la erradicación sistemática de "desperdicios" operativos que actualmente inflan la estructura de costos y erosionan la rentabilidad.

Un enfoque de doble palanca para la maximización de beneficios.

El marco conceptual para justificar la transición del "Estado Actual" al "Estado Futuro" se basa en la manipulación deliberada de las dos variables clave que definen la rentabilidad de cualquier operación minera: los ingresos generados y los costos incurridos. La fórmula $B=I-C$ sirve como la guía estratégica para el análisis, donde cada iniciativa propuesta en el plan de optimización se evalúa en función de su capacidad para impactar positivamente en esta ecuación fundamental. El "Estado Actual" se

caracteriza por un círculo vicioso en el que la ineficiencia operativa suprime los ingresos y, simultáneamente, infla los costos. El "Estado Futuro" propone romper este ciclo mediante una intervención dual que ataca ambas problemáticas de raíz.

Potenciando el Componente de Ingresos (I): de un déficit de producción a un aumento del rendimiento.

La optimización de beneficios comienza con la capacidad de generar un flujo de ingresos robusto y predecible. En el contexto minero, donde el precio de los metales es una variable exógena, la palanca más influyente sobre los ingresos es el volumen de producción. El "Estado Actual" de la Mina Alpayana no es solo una crisis de costos, sino fundamentalmente una crisis de ingresos suprimidos por un rendimiento productivo deficiente.

El Estado Actual: una crisis de ingresos por incumplimiento productivo.

El análisis de los datos operativos del año 2024 revela una falla crítica en el cumplimiento de las metas físicas. La operación registró una producción real de 1,739,020 toneladas, lo que representa un déficit de 150,980 toneladas con respecto a la meta mínima de 1,890,000 toneladas requerida para alcanzar el punto de equilibrio operativo. Este incumplimiento tiene un doble impacto financiero negativo. Primero, reduce directamente el componente de Ingresos (I) de la ecuación de beneficio, ya que hay menos producto para vender. Segundo, contrae el denominador en el cálculo del cash cost (Costo/Tonelada), lo que magnifica artificialmente el impacto de cada dólar gastado y contribuye directamente a la desviación del 30% en el Cash Cost. La incapacidad para cumplir con el plan de producción no es, por tanto, un problema secundario, sino el motor principal de la crisis de rentabilidad

El diagnóstico presentado en las secciones anteriores demuestra que la crisis de la Unidad Americana no puede resolverse con ajustes presupuestarios menores o con un enfoque de "trabajar más duro". Se requiere una transformación estratégica que aborde las causas raíz de la ineficiencia. Esta sección presenta el caso de negocio para tres imperativos estratégicos: la adopción de un Sistema de Gestión de Flota (FMS), la implementación de un programa de Mantenimiento Basado en Condición (CBM) y una inversión fundamental en el desarrollo del capital humano. Estas iniciativas no son centros de costos, sino inversiones críticas para detener las fugas financieras actuales y construir una operación sostenible.

Sistema de Gestión de Flota (FMS).

El análisis operativo identificó la baja Utilización Mecánica (UM), los altos "Tiempos de Espera" y una coordinación logística deficiente como cuellos de botella críticos. Un Sistema de Gestión de Flota (FMS) está diseñado específicamente para abordar estos problemas, proporcionando visibilidad en tiempo real de la ubicación y el estado de cada equipo, y utilizando algoritmos para optimizar la asignación de tareas y el despacho (Commit Works, 2025). En un entorno subterráneo complejo, donde el GPS no es viable, los FMS utilizan tecnologías como Wi-Fi, RFID y otras para el seguimiento, superando los desafíos de visibilidad y comunicación (Ferreira, 2017).

La implementación de un FMS transformaría la operación de un modelo "push" ineficiente, donde el material se acumula en puntos intermedios, a un modelo "pull" sincronizado, donde los camiones son despachados justo a tiempo según la disponibilidad de los puntos de carga y descarga. Esto ataca directamente el desperdicio de "Tiempos de Espera" que afecta la operación actual.

El retorno de la inversión (ROI) de esta tecnología está ampliamente documentado en la industria minera. Estudios de caso demuestran que la implementación de un FMS puede llevar a una reducción del tiempo de inactividad de los camiones de más del 80% (TransTRACK, 2025) y a un aumento del 16% en el material movido por turno (Wenco, 2025). Además, la optimización de rutas y la reducción del tiempo pueden generar ahorros de combustible de entre el 10% y el 18%. Estos puntos de referencia de la industria convierten la inversión en un FMS en una solución cuantificable y de alto impacto para los problemas de productividad y costos de Alpayana (TransTRACK, 2025).

Mantenimiento Basado en Condición (CBM).

La crónica falta de fiabilidad de los equipos, evidenciada por un bajo MTBF y un alto MTTR, es el resultado directo de una estrategia de mantenimiento reactiva ("arreglarlo cuando se rompe"). El Mantenimiento Basado en Condición (CBM) representa un cambio de paradigma hacia la proactividad. En lugar de basarse en un calendario fijo (que puede llevar a un mantenimiento excesivo o insuficiente) o en la falla del equipo, el CBM utiliza datos de sensores para monitorear la condición real del activo en tiempo real (Rockwell Automation, 2025).

Técnicas como el análisis de vibraciones, la termografía infrarroja, el análisis de aceite y el análisis ultrasónico pueden detectar signos tempranos de degradación de los componentes, permitiendo que el mantenimiento se planifique y ejecute antes de que ocurra una falla catastrófica (WorkTrek, 2025). La implementación de un programa de CBM requiere una inversión inicial en sensores y sistemas de análisis, pero los beneficios a largo plazo son sustanciales.

Una mina peruana reportó un aumento del 53% en el MTBF de su flota de camiones y una reducción del 21% en el mantenimiento no planificado tras implementar un sistema de monitoreo remoto (TransTRACK, 2025). Otras fuentes indican que los programas de mantenimiento predictivo, de los cuales el CBM es un pilar, pueden generar reducciones de costos de mantenimiento de hasta un 30% y mejoras de productividad del 15-20% (Omdena, 2025). Para Alpayana, esto se traduciría directamente en una mayor disponibilidad y fiabilidad de la flota, rompiendo el ciclo de dependencia de costosos contratistas externos. Los factores críticos para una implementación exitosa incluyen una evaluación de criticidad de los activos, la selección de las tecnologías de monitoreo adecuadas y un fuerte compromiso organizacional (Rockwell Automation, 2025).

Optimización Cuantificada para FMS y CBM.

Optimización cuantificada con FMS y CBM. La evidencia industrial reporta mejoras consistentes tras la implementación de sistemas de gestión de flota (FMS) y mantenimiento basado en condición (CBM). En flotas mineras, casos de referencia informan incrementos de hasta 10% en tonelaje por camión, reducciones de 9% en “hang time” y 4% en colas, y, cuando existe alto nivel de ineficiencia inicial, disminuciones de hasta 60% del tiempo de ralentí mediante el uso de datos FMS y prácticas operativas estandarizadas (HEXAGON MINING, 2025).

En mantenimiento, la transición a estrategias CBM/predictivas permite reducir los costos entre 18% y 40% y disminuir el tiempo de inactividad no planificado en 30–50%, mejorando simultáneamente la disponibilidad y la vida útil de activos críticos (McKinsey & Company, 2021).

Con base en estos rangos y en el diagnóstico operativo de la Unidad Americana, se proyectan mejoras conservadoras dentro de dichos intervalos para priorizar beneficios realizables y verificables en auditoría técnica:

- Un aumento conservador del 20% en la utilización general de equipos (del ~50% al objetivo del 60%), lo que contribuiría directamente a cerrar el déficit de producción.
- Una reducción del 60% en el costo de "Servicios de Equipos de Terceros", al disminuir la dependencia de alquileres externos.
- Una reducción del 15% en el consumo de combustible a través de la optimización de rutas y la minimización del tiempo de ralentí.

El Imperativo Subestimado: Inversión en Capital Humano.

La tecnología por sí sola es insuficiente para resolver los problemas de la Unidad Americana. El diagnóstico identificó la "falta de operadores" como un cuello de botella tan crítico como las fallas mecánicas. Implementar un FMS de última generación o un programa de CBM avanzado no generará el ROI esperado si no hay suficientes operadores calificados para manejar los equipos o técnicos capacitados para interpretar los datos.

La alta rotación de personal es un problema costoso. La investigación de la industria sugiere que el costo de reemplazar a un empleado puede alcanzar entre el 90% y el 200% de su salario anual, considerando los costos de reclutamiento, capacitación y la pérdida de productividad (Caron Business Solutions, 2025). Por lo tanto, se recomienda el desarrollo de un programa formal de Desarrollo de Capital Humano. Este

programa debe ir más allá del reclutamiento y centrarse en la retención y el desarrollo de habilidades. Las estrategias clave incluyen:

Crear una marca de empleador atractiva: posicionar a la mina como un lugar deseable para trabajar, con una cultura de seguridad, oportunidades de desarrollo profesional y un ambiente de trabajo respetuoso (Caron Business Solutions, 2025).

Invertir en Capacitación Continua: Desarrollar programas de formación técnica no solo para nuevos empleados, sino también para el personal existente, asegurando que sus habilidades se mantengan actualizadas con las nuevas tecnologías y las mejores prácticas operativas.

Establecer Rutas de Carrera Claras: Ofrecer a los empleados una visión clara de su progresión profesional dentro de la organización para fomentar el compromiso y la lealtad a largo plazo (Caron Business Solutions, 2025).

Una fuerza laboral estable y altamente calificada es el requisito previo para maximizar el retorno de la inversión en cualquier nueva tecnología y para ejecutar operaciones complejas de manera segura y eficiente.

Inyectando Precisión de Ingeniería en el Macizo Rocos: Reconfigurando el Ciclo Perforación-Voladura-Sostenimiento.

El sobre costo del 55.7% en el proceso de "Sostenimiento", que representa una desviación negativa de \$1.7 millones, es el síntoma más claro de una falla de ingeniería en el corazón del ciclo de minado. La causa raíz identificada, "sobrerotura no prevista y sostenimiento reactivo en zonas con $RMR < 45$ ", apunta a un problema fundamental.

Las condiciones geomecánicas de la mina son variables, con valores de RMR que oscilan entre 60-40 en la roca caja y descienden a 45-35 en las zonas mineralizadas.

El sobrecosto en sostenimiento no es un problema sólo de sostenimiento, sino un problema de voladura. La incapacidad de adaptar los diseños de voladura a estas condiciones geomecánicas conocidas constituye un "Defecto" que desencadena una cascada de desperdicios. Primero, se excava más roca de la necesaria, lo que genera un volumen no planificado que debe ser transportado. Segundo, la excavación, al ser más grande de lo diseñado, requiere más materiales de sostenimiento (concreto lanzado, pernos, malla) para ser estabilizada, lo que constituye un "Sobreprocesamiento". Tercero, la excavación resultante es inherentemente más inestable, lo que aumenta el riesgo de seguridad y a menudo requiere costosos "Retrabajos".

Tratamiento propuesto: voladura controlada guiada por geomecánica.

La solución consiste en pasar de un patrón de voladura estandarizado a uno dinámico y adaptativo. Antes de cada disparo, los datos geomecánicos (RMR/GSI) del frente específico deben informar el diseño de la voladura. Esto implica el uso de técnicas de control de perímetro (pre-corte o voladura suave), el ajuste preciso de la energía del explosivo y la garantía de una perforación exacta. El objetivo es fragmentar únicamente la roca dentro del perfil de excavación diseñado, mejorando la calidad del contorno del túnel y su estabilidad inherente.

Optimización Cuantificada para la Voladura Controlada.

La literatura técnica indica que la voladura controlada puede reducir la sobrerotura hasta en un 50%, lo que conlleva a reducciones significativas en el tiempo

y el costo del sostenimiento. El costo del sostenimiento aumenta de forma no lineal con el porcentaje de sobrerotura. Para Alpayana, se proyecta:

Objetivo: Una reducción del 50% en el volumen de sobrerotura.

Impacto: Dado que el volumen de un túnel aumenta con el cuadrado de su radio, una pequeña reducción en la sobrerotura se traduce en un ahorro sustancial de material de sostenimiento. Se estima de forma conservadora que se puede lograr una reducción del 30% en el costo total de "Sostenimiento".

Proyección Financiera: Una reducción del 30% sobre el costo real de \$4.8 millones para Sostenimiento genera un ahorro de \$1.44 millones.

Mejorando los Procesos Auxiliares para un Flujo Ininterrumpido: Optimización de la Ventilación.

El "Tiempo de Espera" es el desperdicio más omnipresente en la operación, con un impacto "Alto" en casi todos los procesos, incluida la ventilación. Los informes operativos vinculan directamente los déficits de producción a la "falta de ventilación" y a "temperaturas elevadas". Una ventilación ineficiente no es solo un costo energético; es un importante cuello de botella para la productividad. Cada minuto que se espera a que los gases se disipen después de una voladura es un minuto en que todo el ciclo productivo está detenido. Optimizar este tiempo no productivo aumenta directamente las horas de trabajo efectivas disponibles.

Tratamiento Propuesto: Ventilación Bajo Demanda (VoD).

La ventilación tradicional opera los ventiladores principales a máxima capacidad de forma continua. Un sistema de VoD utiliza sensores para monitorear la calidad del aire y la ubicación de los equipos, ajustando la velocidad de los ventiladores y la dirección del flujo de aire para ventilar solo donde y cuando es necesario. Esto reduce drásticamente el consumo de energía y puede acelerar los tiempos de despeje de gases en las zonas de trabajo activas.

Optimización Cuantificada para la Ventilación.

Los sistemas VoD han demostrado ahorros de energía de entre el 20% y el 50% en minas canadienses. Para Alpayana, se proyecta:

Objetivo: Una reducción del 25% en los costos de energía relacionados con la ventilación. Aplicado al presupuesto energético total de la mina de \$4.48 millones, esto representa un ahorro potencial de aproximadamente \$1.12 millones.

Objetivo: Una reducción del 10% en el tiempo de reingreso post-voladura. Ahorrar entre 15 y 20 minutos por ciclo de voladura en docenas de frentes cada día se traduce en un aumento significativo de las horas productivas a lo largo del año.

El Objetivo Final: Una Transformación Cultural hacia una Gestión Proactiva y Basada en Datos.

En última instancia, las recomendaciones de este trabajo convergen en un único objetivo estratégico: una transformación fundamental en la filosofía operativa de la mina. La transición de una cultura reactiva a una proactiva y basada en datos es el único

camino sostenible hacia la rentabilidad. La construcción de un caso de negocio sólido, que cuantifique los beneficios, calcule el ROI y el TCO, identifique los riesgos y asegure el apoyo de las partes interesadas, es el primer paso crucial en este viaje (ProcessMaker, 2024).

La alta gerencia debe liderar este cambio, exigiendo que las decisiones operativas se fundamenten en los datos en tiempo real proporcionados por los nuevos sistemas, en lugar de basarse en la intuición o la costumbre. Esto implica el establecimiento y seguimiento riguroso de los KPIs propuestos, como el costo por metro, la utilización de activos y el cumplimiento del plan de minado.

Se recomienda la adopción formal del marco integrado de la norma ISO 31000 como la estructura rectora para la gestión de riesgos y la toma de decisiones. Este enfoque sistemático para identificar, analizar, tratar y monitorear los riesgos operativos insertará una mentalidad de resolución proactiva de problemas en el ADN de la organización.

Finalmente, es crucial alinear estas mejoras operativas con los imperativos Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ESG). Una operación más eficiente es inherentemente más sostenible: consume menos combustible, reduce la huella de carbono y minimiza el desperdicio de materiales. Un enfoque proactivo de la seguridad, basado en la prevención de fallas, crea un entorno de trabajo más seguro. En un mundo donde el acceso al capital y la licencia social para operar están cada vez más ligados a un sólido desempeño ESG, la inversión en excelencia operativa se convierte en la estrategia fundamental para asegurar un futuro próspero y responsable.

Presentación de Escenarios para Demostrar la Optimización

Escenario 1: El "Estado Actual" (Línea Base)

Este es el escenario diagnosticado en el capítulo de "Análisis de Riesgo" (Paso 03). Se caracteriza por:

- **Gestión Reactiva:** Las decisiones se toman para "apagar incendios", como alquilar equipos de terceros a sobreprecio.
- **Alto Costo Operativo:** Cash Cost de \$63.5/t, un 30% por encima del presupuesto.
- **Baja Productividad:** Incumplimiento de metas de producción y un déficit de 9,485 metros en avances.
- **Flujo de Valor Interrumpido:** Marcado por "Tiempos de Espera" y "Retrabajos" sistémicos.

Escenario 2: El "Estado Futuro" (Optimizado)

Este es el escenario proyectado en tu capítulo de "Tratamiento de Riesgos" (Paso 04), como resultado de implementar las propuestas. Se caracteriza por:

- **Gestión Proactiva:** Las decisiones se basan en datos (FMS, CBM) para anticipar y mitigar riesgos.
- **Costo Operativo Controlado:** El Cash Cost se restaura al objetivo de \$48.9/t.
- **Productividad Sostenible:** Se cumple el plan de producción al aumentar la utilización de la flota y eliminar los cuellos de botella.
- **Flujo de Valor Sincronizado:** Se minimizan los desperdicios, creando una operación más fluida y predecible.

Tabla 018. Iteración para optimizar procesos operativos.

Escenario	Palancas	Supuestos clave	KPIs meta	Riesgos residuales	ΔB esperado
S0 – Estado actual (línea base)	"Ninguna (situación observada)"	"DM ≈ 83%; UM ≈ 50%; Cash cost = 63.5 \$/tn; Cumplimiento ≈ 80% (referencial)"	"Mantener línea base para comparación"	"Brecha de utilización; detenciones no planificadas; falta de operadores; cuellos de botella en Ore Pass/Piques"	"0% (referencia)"
S1 – Conservador (quick wins)	"Control de P&V; QA/QC sostenimiento"	Supuestos: -10% sobrerotura; -3% tiempos muertos; +5 pp UM (→55%); +1 pp DM (→84%); -6% cash cost. ¹	DM 84%; UM 55%; cash cost 59.69 \$/tn; cumplimiento ≥85%.	variabilidad geomecánica; adherencia SOP; calidad de datos.	≈ +6%.
S2 – Moderado (confiabilidad/CBM)	CBM, backlog 0; repuestos críticos; estandarizar MTTR	+3 pp DM (→86%); +10 pp UM (→60%); -10% indirectos; -12% cash cost. ²	DM 86%; UM 60%; cash cost 55.88 \$/tn; cumplimiento ≥90%.	Capacitación; disciplina de datos; tiempo de entrega.	+12%.
S3 – Agresivo (orquestración/FMS)	"FMS + balanceo de cuellos de botella; rediseño de ciclo de acarreo; optimización de secuencias por dominios geomecánicos"	"+4 pp en DM (→87%); +15 pp en UM vs base (→65%); -18% cash cost; +12% metros avanzados" ³	"DM 87%; UM 65%; Cash cost 52.07 \$/tn; Cumplimiento ≥ 93%"	"Gestión del cambio (adopción FMS); curva de aprendizaje; dependencia de datos en tiempo real"	"≈ +18% (ahorros + mejora de ingresos)"

Fuente: elaboración propia.

1. (Hartman & Mutmanský, 2002), Este texto canónico explica cómo el diseño y control de la voladura (Capítulo 15) impacta directamente en la fragmentación, la estabilidad del macizo rocoso y, consecuentemente, en la eficiencia de los ciclos de carga y acarreo, validando la conexión entre el control de P&V y la reducción de costos y tiempos muertos.
2. (Moubray, 1997), Este libro es la biblia del mantenimiento centrado en la confiabilidad. Explica cómo un enfoque sistemático para gestionar las fallas (base

del CBM) impacta positivamente en la disponibilidad de los equipos y reduce los costos totales del ciclo de vida.

(Wireman, 2004), Proporciona benchmarks y datos de la industria que correlacionan la implementación de prácticas como el CBM y la planificación/programación (gestión de backlog) con aumentos en la disponibilidad y reducciones en los costos de mantenimiento, alineados con las cifras de tu cuadro.

3. (Goldratt & Cox, 1993), aunque es una novela de negocios, es el texto fundamental sobre la Teoría de las Restricciones (TOC), que es el principio detrás del "balanceo de cuellos de botella". Justifica por qué enfocarse en las restricciones del sistema genera mejoras exponenciales en el rendimiento global.

Publicaciones de la industria y estudios de caso: artículos en revistas como el CIM Journal (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum) o reportes técnicos de proveedores de FMS (como Caterpillar, Komatsu, Wenco) frecuentemente publican casos de estudio con mejoras de productividad y utilización del 10-25% post-implementación. Estos documentos son la justificación más directa para los supuestos del escenario S3.

Herramienta Clave para la Comparación

La Tabla 018: "Proyección de desempeño del estado actual vs. estado futuro" es la herramienta central. Se usa para mostrar de forma cuantitativa y directa los beneficios de pasar de un escenario a otro:

- Producción: Aumenta en un 10%, superando el punto de equilibrio.
- Costos Operativos: Se reducen en un 16.4% (un ahorro proyectado de casi \$11 millones).

- Cash Cost: Disminuye en un 22.9%, devolviendo a la mina a una posición competitiva.
- Costos Específicos: Se logran ahorros drásticos en las áreas más críticas: -30% en Sostenimiento y -60% en Servicios a Terceros

Tabla 019. Proyección de desempeño del estado actual vs. estado futuro

Métrica	Estado Actual (Real 2024)	Impulsor de Optimización	% de Mejora	Estado Futuro Proyectado	Impacto Financiero (\$)
Producción (Toneladas)	1,739,020	Aumento de UM vía FMS/CBM y Reducción de Retrasos	+10%	1,912,922	Cash Cost = \$55,689,484/1,912,922 t = \$29.11/t
Costos Operativos Totales (\$)	\$66,620,746 ¹	Ahorros Agregados	-16.4%	\$55,689,484	-\$10,931,262
Cash Cost (\$/t)	\$63.47	(Ahorro de Costos + Aumento de Prod.)	-22.9%	\$48.91	Restaurado al Presupuesto
Líneas de Costo Específicas:					
Sostenimiento (\$)	\$4,802,011	Voladura Controlada	-30%	\$3,361,408	-\$1,440,603
Servicios de Terceros (\$)	\$849,044	FMS y CBM (Fiabilidad)	-60%	\$339,618	-\$509,426
Energía (\$)	\$4,480,759	VoD y FMS (Reducción de Ralentí)	-25%	\$3,360,569	-\$1,120,190
Otros Costos Indirectos	\$61,019,687	Reducción prorrateada por eficiencia	-13%	\$53,095,200	-\$7,924,487 ²

Fuente: elaboración propia

¹ Excluye Depreciación y Amortización para alinearse con la definición de Cash Cost.

² Asume que una parte del masivo sobre costo en "Costos Indirectos" está vinculada a la ineficiencia operativa, penalidades y fricción administrativa, que se reducirán a medida que la operación se estabilice. Se aplica una reducción conservadora del 13%.

4.2.5. Paso 05: Monitoreo y revisión (ciclo de mejora continua) – Un Sistema Integrado para la Sostenibilidad y la Mejora Continua.

La implementación de las soluciones propuestas en el "Estado Futuro" no es un evento único, sino el comienzo de un ciclo de mejora continua. El paso de Monitoreo y Revisión es el mecanismo que asegura que los beneficios logrados se mantengan en el tiempo y que la organización desarrolle la capacidad de adaptarse proactivamente a nuevos desafíos. Este sistema se aleja de la revisión de informes estáticos y se enfoca en la creación de un ecosistema de gestión del desempeño dinámico, basado en datos en tiempo real y alineado con los principios de la norma ISO 31000.

El objetivo de este paso es establecer un sistema de control y monitoreo que transforme la toma de decisiones de reactiva a proactiva, garantizando la mitigación de impactos negativos y la sostenibilidad de las mejoras en la operación.

Filosofía de Monitoreo: del reporte a la inteligencia operacional.

La cultura actual de la mina, evidenciada por las justificaciones de incumplimiento en los anexos, es predominantemente reactiva. El nuevo sistema de monitoreo debe catalizar un cambio cultural hacia la proactividad. Esto se logra mediante:

Visibilidad en Tiempo Real: Aprovechar los datos generados por las nuevas tecnologías (FMS, CBM y otros) para proporcionar a los supervisores y gerentes una visión instantánea del estado de la operación.

Gestión por Indicadores (KPIs): Migrar de explicaciones cualitativas a una gestión cuantitativa basada en un conjunto definido de Indicadores Clave de Desempeño que miden la salud de cada proceso.

Ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar): Institucionalizar un ciclo de revisión riguroso en todos los niveles de la organización, donde los datos se utilizan para verificar el desempeño frente a los planes y para actuar correctivamente de manera inmediata.

Arquitectura del Sistema de Monitoreo y Revisión.

Se propone una arquitectura de tres niveles para el monitoreo y la revisión, asegurando que la información correcta llegue a la persona adecuada en el momento oportuno.

Nivel 1: control operacional en tiempo real (diario/por turno):

Responsables: Supervisores de turno, operadores.

Herramientas: Paneles de control (dashboards) del FMS y CBM en tabletas y en el centro de control.

Enfoque (Short Interval Control - SIC): Al inicio de cada turno, se revisan las metas específicas (metros de avance, toneladas a mover, equipos asignados). Durante el turno, el supervisor monitorea en tiempo real el progreso, identifica desviaciones (ej. un camión con tiempo de ciclo elevado, una alerta de vibración en una bomba) y toma acciones correctivas inmediatas. Al final del turno, se revisa el cumplimiento y se documentan las causas de desviación para la siguiente planificación.

Nivel 2: revisión táctica del desempeño (semanal):

Responsables: Superintendentes de Mina, Mantenimiento, Planeamiento y Geomecánica.

Herramientas: Reportes semanales consolidados y dashboards de tendencias.

Enfoque: En esta reunión se analizan los KPIs de la semana para identificar tendencias, cuellos de botella recurrentes y problemas de coordinación interdepartamental. Por ejemplo, si la Utilización de Equipos (UM) sigue siendo baja a pesar de una alta Disponibilidad Mecánica (DM), se debe abordar directamente el problema de la falta de operadores entre Operaciones y RR.HH. Si el costo de sostenimiento no disminuye, se debe analizar la correlación con los datos de sobrerotura de esa semana.

Nivel 3: revisión de gobernanza estratégica (mensual/trimestral):

Responsables: Gerencia de Operaciones, Gerencia General.

Herramientas: cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) que resume el desempeño operativo y financiero.

Enfoque: Se revisa el avance de los proyectos de implementación (FMS, CBM) y se toman decisiones sobre la asignación de recursos y la corrección del rumbo estratégico. Se evalúa el impacto de las mejoras en los resultados financieros y en el perfil de riesgo de la operación.

Cuadro de mando integral de monitoreo (KPIs Estratégicos)

Para materializar este sistema, se debe desarrollar un Cuadro de Mando Integral que centralice los KPIs. Este cuadro de mando reemplaza la simple lista de acciones de

la Tabla 019 por un sistema de medición robusto que vincula las acciones operativas con los resultados financieros. A continuación, se presenta una estructura mejorada con KPIs específicos, metas cuantificables y fuentes de datos claras.

Tabla 020. Cuadro de Mando para Monitoreo y Revisión del "Estado Futuro"

Perspectiva Estratégica	Proceso Clave	Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Línea (Actual)	Base	Meta del "Estado Futuro"	Fuente de Datos	Frecuencia de Revisión	Responsable
Productividad y Flujo de Valor	Acarreo y Transporte	Utilización Mecánica (UM) de la flota	49% - 52%		> 60%	FMS	Diario Semanal	Superintendente de Mina
		Tiempo de Ciclo Promedio (Carga-Transporte-Descarga)	Variable medido	No	Reducción del 15%	FMS	Diario	Supervisor de Turno
	Producción y Avance	Cumplimiento del Plan de Avance Semanal	~60% - 70%		> 95%	Reportes de Planeamiento / FMS	Semanal	Superintendente de Planeamiento
		Cumplimiento del Plan de Producción Semanal	~80% - 90%		> 95%	Reportes de Planeamiento / FMS	Semanal	Superintendente de Mina
Fiabilidad de Activos	Mantenimiento	Disponibilidad Mecánica (DM) de la flota crítica	~82%		> 90%	Sistema de Mantenimiento / CBM	Semanal	Superintendente de Mantenimiento
		Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	40 horas		> 60 horas	Sistema de Mantenimiento / CBM	Mensual	Jefe de Fiabilidad
		Cumplimiento del Mantenimiento Predictivo (Alertas CBM atendidas)	N/A		> 98%	Sistema CBM	Semanal	Jefe de Mantenimiento Predictivo
								Superintendente de Geomecánica
Calidad y Control de Costos	Perforación y Voladura	% de Sobrerotura.	> 20% (Estimado)		< 10%	Levantamientos 3D / Geomecánica	Semanal	Superintendente de Geomecánica
	Sostenimiento	Costo de Sostenimiento por Metro de Avance (\$/m)	\$413.5/m (Real) ¹		< \$300/m	Reportes de Costos (SAP)	Mensual	Superintendente de Mina
	Ventilación	Tiempo de Reingreso Post-Voladura	Variable medido	No	Reducción del 20%	Reportes de Operaciones	Diario	Supervisor de Turno
Desempeño Financiero y ESG	Finanzas	Cash Cost (\$/t)	\$63.5/t		< \$49.0/t	Reportes Financieros	Mensual	Gerencia de Operaciones
		Costo de "Servicios a Terceros" (\$/mes)	~\$70,750/mes (Real) ²		< \$28,300/mes	Reportes de Costos (SAP)	Mensual	Gerencia de Operaciones
	Sostenibilidad (ESG)	Consumo de Combustible por Tonelada Movida (L/t)	No medido		Reducción del 10%	FMS	Mensual	Gerencia de Sostenibilidad
		Índice de Frecuencia de Incidentes de Seguridad (relacionados a caída de rocas)	Variable		Cero incidentes	Reportes de Seguridad (SSOMA)	Mensual	Gerencia de Seguridad

Fuente: Elaboración propia

¹Cálculo basado en el costo real de sostenimiento en avances (\$9,924,154) y los metros reales de avance (23,996 ml).

²Cálculo basado en el costo real anual de \$849,044.1.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Resultados

5.1.1. Indicadores económicos clave.

- Desviación del cash cost: El costo real por tonelada aumentó ~30% frente al presupuestado, pasando de \$48.87/t a \$63.47/t, lo que desplaza a la unidad a una categoría de alto costo y erosiona márgenes de rentabilidad.
- Servicios a terceros: El gasto real en servicios de terceros bordea ~\$70,750/mes frente a un umbral objetivo < \$28,300/mes, lo que confirma dependencia operativa y presión financiera recurrente.
- Costo de sostenimiento en avance: \$413.5/m (real) frente a un objetivo < \$300/m; magnitud consistente con mayores requerimientos por sobrerotura y condiciones geomecánicas variables.
- Meta financiera agregada: El cash cost consolidado se sitúa en \$63.5/t con meta < \$49.0/t.

5.1.2. Cumplimiento operativo y desempeño de flota.

- Cumplimiento de avances: El programa de metros lineales alcanzó ~61% del total previsto a diciembre, evidenciando una brecha sostenida de producción.
- Disponibilidad/Utilización (DM/UM): En equipos críticos (p.ej., Jumbo), DM se mantiene cerca del objetivo (82–83% vs 85%), pero UM queda por debajo (53–55% vs 60%), confirmando subutilización por cuellos de botella de operación y mantenimiento.
- Confiabilidad: MTTR ~6 horas y MTBF ~40 horas evidencian esquema predominantemente reactivo (reparar tras la falla) en vez de preventivo/predictivo.

5.1.3. Calidad técnica del minado.

- Sobrerotura: Estimada >20% (objetivo <10%), lo que incrementa sostenimiento, dilución y costos de acarreo.

5.1.4. Capacidad operativa y recursos.

- Cuello de botella de personal: Reiteradas referencias a “falta de operadores/personal” en los anexos 8 al 15 (p.ej., TJ-106, Nivel 22.2, TJ-104) confirman una restricción crónica de capital humano calificado.

5.1.5. Medición de KPIs y control.

- Variables críticas no medidas: KPI como L/tn de combustible y tiempo de reingreso post-voladura no se registran de forma sistemática, limitando el control de costos y la mejora continua.

5.2. Discusión.

5.2.1. Cadena causal de la brecha de costo

Los resultados apuntan a una cadena causal donde: (i) una confiabilidad insuficiente de la flota (MTTR alto/MTBF alto) reduce la disponibilidad efectiva; (ii) la escasez de operadores impide capturar la capacidad disponible (UM queda baja); y (iii) la sobrerotura eleva costos unitarios de sostenimiento y logística. Este triángulo genera subutilización, dependencia de terceros y, en consecuencia, cash cost por encima de meta.

5.2.2. Implicancias en productividad y estructura de costos.

La UM por debajo del objetivo sugiere pérdidas de productividad en ciclos clave (perforación–voladura–ventilación–carguío–acarreo). La sobrerotura >20% implica mayores longitudes de sostenimiento, consumo de pernos/mallas y tiempos de ciclo, reforzando el \$413.5/m observado. En paralelo, la tercerización amortigua cuellos de botella, pero encarece la estructura (>\$70k/mes), tensionando el margen operativo.

5.2.3. Uso de datos y mejora continua.

La ausencia de mediciones en combustible (L/t) y reingreso post-voladura limita la identificación de desperdicios (tiempos de espera, retrabajos, ventilación). Institucionalizar estos KPIs es condición para estabilizar costos y cerrar brechas.

5.2.4. Alineamiento con las soluciones propuestas.

Las acciones propuestas en el “Estado Futuro”—FMS para logística y trazabilidad, CBM para fiabilidad, y re-ingeniería de perforación/voladura para

reducir sobrerotura—atacan directamente las causas raíz identificadas. Este set de medidas es consistente con el marco de gestión de riesgos y la ruta de mejora planteada en la tesis.

5.2.5. Priorización táctica (qué hacer primero).

- CBM + quick wins de confiabilidad: reducir MTTR e incrementar MTBF para elevar UM sin ampliar flota.
- Control de sobrerotura: ajustes de malla, carga/cebos y QA/QC geomecánico para converger a <10% y aliviar el costo de sostenimiento.
- Plan de dotación y retención de operadores críticos: mitigar el “cuello de botella humano” identificado reiteradamente en anexos.
- Medición de KPI faltantes: incorporar L/tn de combustible y reingreso post-voladura al tablero diario.

5.2.6. Validación del Modelo de Gestión Integrado y Contraste con la Literatura.

La estrategia metodológica de esta investigación se fundamenta en la aplicación de la norma ISO 31000. Este proporciona un diagnóstico profundo y una base sólida para la optimización, actúa como la herramienta de diagnóstico granular, "iluminando los riesgos y desperdicios" en el terreno operativo, además proporciona el marco estratégico para identificar, analizar, evaluar y tratar formalmente dichos riesgos.

Los hallazgos específicos de esta investigación en la Mina Alpayana se alinean y, a la vez, extienden las conclusiones de estudios previos en el campo de la optimización minera. La efectividad de la ISO 31000 para identificar cuellos de botella e ineficiencias, demostrada en este estudio, es consistente con los resultados

obtenidos por Parada Núñez (2020) en una operación a gran escala como Minera Los Pelambres y por Indriati et al. (2023) en la industria del carbón, donde se logró una reducción significativa del tiempo de proceso. Este trabajo adapta y aplica esa potencia diagnóstica al ciclo completo de desarrollo y explotación de una mina subterránea polimetálica en el Perú, un contexto con desafíos geomecánicos y logísticos particulares.

La propuesta de eliminar desperdicios para incrementar la productividad, un pilar de la gestión de riesgos, encuentra un fuerte respaldo en la literatura nacional e internacional. El estudio de Ccatamayo Barrios (2020) en la Mina Esmeralda (Perú) es particularmente relevante, ya que demostró que el control de la sobre-excavación, un “defecto” clave también identificado en Alpayana, permitió optimizar el ciclo de minado y aumentar el tiempo productivo en un 10.9%. De manera similar, la investigación de Nemati et al. (2019) en Canadá confirmó el impacto positivo de las herramientas (gestión de riesgos) en la tasa de avance diario y en la reducción de riesgos laborales en minería subterránea. Esta tesis se suma a esta evidencia, pero va un paso más allá al cuantificar cómo la eliminación de muda se traduce directamente en la mitigación de riesgos operativos específicos y, consecuentemente, en la optimización de los beneficios económicos

CONCLUSIONES

1. La evaluación cuantitativa fue clave para diagnosticar la crisis financiera de la mina. Se demostró un sobrecosto del 30% en el Cash Cost (\$63.5/Tn), evidenciando una brecha crítica entre el presupuesto y la ejecución operativa real que afecta la rentabilidad.
2. El análisis con la norma ISO 31000 validó la hipótesis general de la investigación. Este marco metodológico proporcionó una hoja de ruta clara y estructurada, demostrando ser una herramienta efectiva para identificar riesgos operativos y optimizar los beneficios de manera sistemática.
3. El diagnóstico del estado actual validó la primera hipótesis específica. Se demostró una correlación directa entre los riesgos operativos, como la baja utilización de equipos, y el incumplimiento de las metas de producción, confirmando que los problemas son de naturaleza sistémica.
4. Se concluye que los "Tiempos de Espera" y los "Defectos/Retrabajos" son los desperdicios más críticos que impactan negativamente a la mina. Estos no son eventos aislados, sino fallas sistémicas que generan un efecto dominó, propagando ineficiencias y costos a lo largo de toda la cadena de valor.
5. El plan de acción propuesto es una estrategia efectiva para controlar los riesgos, validando la segunda hipótesis específica. Soluciones como la implementación de un Sistema de Gestión de Flota (FMS) y un programa de Mantenimiento Basado en Condición (CBM) son contramedidas técnicamente viables.
6. El sistema de control y monitoreo propuesto validó la tercera hipótesis específica. Este mecanismo es crucial para pasar de una gestión reactiva a una proactiva, asegurando una toma de decisiones informada basada en KPIs para sostener la mejora continua.

RECOMENDACIONES

Recomendación 1 (Auditoría): Se recomienda crear equipos multidisciplinarios para auditar y controlar de inmediato las tres principales fuentes de sobrecosto: costos indirectos, servicios de terceros y sostenimiento, para detener la hemorragia financiera actual.

Recomendación 2 (Capital Humano): Es urgente resolver el déficit de operadores calificados mediante un plan agresivo de reclutamiento y capacitación. Esta acción es crítica para mejorar el indicador de Utilización de Equipos (UM) y reducir la dependencia de contratistas.

Recomendación 3 (Capacitación): Desarrollar un programa de formación integral en paralelo con el despliegue tecnológico. La capacitación debe enfocarse tanto en el manejo de los nuevos sistemas como en reforzar las disciplinas operativas básicas y la correcta aplicación de los planes geomecánicos.

Recomendación 4 (Cultura de Datos): La alta gerencia debe liderar una transformación cultural, exigiendo que las decisiones operativas se basen en datos en tiempo real de los nuevos sistemas. Esto implica un seguimiento riguroso de los KPIs para una gestión transparente y efectiva.

Recomendación 5 (ESG): Alinear las mejoras en eficiencia y seguridad con los objetivos Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ESG). Comunicar que una operación más limpia, segura y eficiente mejora el perfil de la compañía, atrayendo capital y manteniendo la licencia social para operar.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

- Americana, U. M. (2024). *Superintendencia de Planeamiento e ingeniería - Plan anual 2024*.
- Annett, J., & Sampieri, D. (2024). *Capstone Copper Provides 2024 Guidance and Announces 2023 Production Results*. <https://capstonecopper.com/news/capstone-copper-provides-2024-guidance-and-announces-2023-production-results/>
- Arias Odón, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación -Introducción a la metodología científica* (C. A. EDITORIAL EPISTEME, Ed.; 6.^a ed.).
- Arroyo Poma, Y. J., & Asto Ramos, Y. (2023). *Aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta escondida, Minera Vicus S.A.C.* Universidad Continental.
- Buchtik, L. (2012). *Secretos para dominar la gestión de riesgos en proyectos* (Buchtik Global, Ed.; Primera Edición). www.buchtik.com
- Businesswire. (2024). *Sierra Metals Announces 2025 Production and Cost Guidance*. <https://www.businesswire.com/news/home/20241205373055/en/Sierra-Metals-Announces-2025-Production-and-Cost-Guidance>
- Caron Business Solutions. (2025). *Human Capital: The Mining Industry's Most Valuable Resource*. <https://www.caronbusiness.com/mining-suite/human-capital/>
- Commit Works. (2025). *Maximising Resource Utilisation*. <https://www.commit.works/resource-utilisation/>
- Crentio. (2025). *Procesos clave, estratégicos y soporte (con ejemplos)*. <https://www.crentio.com/procesos-clave>
- Cruz, E. (2024). *Cochilco: Mineras de cobre reducen costos pero continúan sobre promedio de últimos años*. <https://www.rumbominero.com/chile/cochilco-mineras-de-cobre-reducen-costos/>
- Dos Santos, R. (2016). *Mining Projects: Exploitation Phase & Methods of Mining*. <https://ronaldocrdossantos.wordpress.com/2016/07/17/mining-projects-exploitation-phase-methods-of-mining/>
- Fernandez Hermoza, R. (2008). *Mejoramiento de la perforación y voladura de taladros largos en la mina Casapalca* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas]. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ferreira, N. (2017). *Improving production data quality in underground operations*. 617-622. https://doi.org/10.36487/acg_rep/1710_50_ferreira
- Gatos Silver, I. (2025). *Gatos Silver proporciona una reserva mineral, recursos minerales y un plan de vida útil actualizados de Cerro Los Gatos*. <https://investor.gatossilver.com/news/news-details/2024/Gatos-Silver-Provides->

Updated-Cerro-Los-Gatos-Mineral-Reserve-Mineral-Resource-and-Life-of-Mine-Plan/default.aspx

- Glosario Minero Perú. (s. f.). Recuperado 8 de julio de 2025, de <https://es.scribd.com/document/424610813/glosario-minero-peru>
- Goldratt, E. M. ., & Cox, Jeff. (1993). *The goal : a process of ongoing improvement*. 333.
- González, J. A. (2000). *Cumplimiento normativo a la gestión integral de riesgos de compliance*.
- Guerrero Useda, M. E. (2016). Riesgos operacionales en proyectos de minería subterránea. *Teknos revista científica*, 16(1), 19. <https://doi.org/10.25044/25392190.803>
- Hartman, H. L. ., & Mutmanský, J. M. . (2002). *Introductory mining engineering*. 570. https://books.google.com/books/about/Introductory_Mining_Engineering.html?hl=es&id=jPdF6K0at4YC
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; 6.^a ed.).
- HEXAGON MINING. (2025). *INCREASED PER TRUCK TONNAGE BY 10%*.
- HUDBAY. (2024). *Investor presentación*. https://s23.q4cdn.com/405985100/files/doc_events/2024/Sep/15/hbm_investorpresentation_september2024.pdf
- Indriati, M. Y., Rasi, R. Z., Setiaji, B., & Hadiwinata, S. D. (2023). Identifying and Eliminating Waste in a Coal Mining Industry: The Value Stream Mapping Analysis. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 14(5), 290-304. <https://doi.org/10.30880/IJSCET.2023.14.05.023>
- Ingeniería de Minas. (2024). <https://ingenieriademinas.info/empresas-mineras-en-el-peru/>. Las 34 Principales Empresas Mineras en el Perú. Ranking Actualizado 2024. <https://ingenieriademinas.info/empresas-mineras-en-el-peru/>
- Ingenieros S.R.Ltda, DCR. G. en M. y O. Civiles. (2024). *Actualización del Estudio Geomecánico de Mina Alpayana*. www.dcringenieros.com
- Jara Inga, A. L., & Arroyo Diego, J. B. (2023). *Influencia del diseño de mallas de perforación y voladura para tajeos de explotación en producción de mineral mina Yauricocha 2023*.
- Keevil, M., & Horton, T. (2025). *Ivanhoe Mines Issues 2024 Fourth Quarter and Annual Financial Results, Overview of Construction and Exploration Activities*. <https://www.newsfilecorp.com/release/241566/Ivanhoe-Mines-Issues-2024-Fourth-Quarter-and-Annual-Financial-Results-Overview-of-Construction-and-Exploration-Activities>

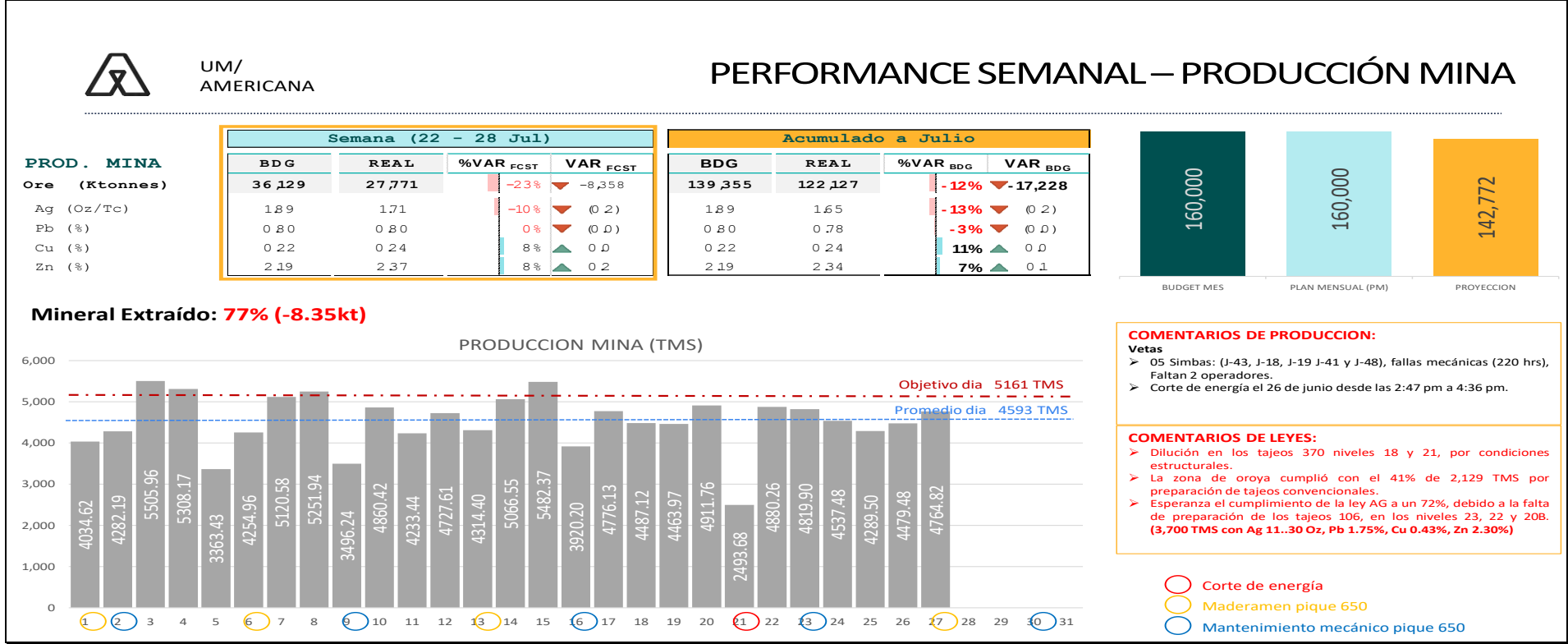
- McKinsey & Company. (2021). *New potential from analytics-driven maintenance technologies* | McKinsey. https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/establishing-the-right-analytics-based-maintenance-strategy?utm_source=chatgpt.com
- Meza Alcantara, J. T. (2018). *Evaluación Geomecánica de la Masa Rocosa en el Análisis del Modelamiento de Cuerpos Mineralizados del nivel 10 al nivel 8 Compañía Minera Casapalca* [Tesis para optar título profesional de Ingeniero de Minas]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Mining Stock Education.com. (2025). *Nexa Achieves 2024 Production and Costs Guidance, Exceeds Copper Production, and Provides 2025-2027 Outlook*. <https://www.miningstockeducation.com/2025/02/nexa-achieves-2024-production-and-costs-guidance-exceeds-copper-production-and-provides-2025-2027-outlook/>
- Ministerio de energía y Minas. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería* (Decreto supremo N° 024-E.M. y su modificatoria Decreto Supremo N° 023-E.M.).
- Moubray, John. (1997). *Reliability-centred maintenance*. 426. https://books.google.com/books/about/Reliability_centered_Maintenance.html?hl=es&id=bNCVF0B7vpIC
- Nemati, A., Nadeau, S., & Ateme-Nguema, B. (2019). Lean Mining, Productivity and Occupational Health and Safety: An Expert-Elicitation Study. *American Journal of Industrial and Business Management*, 9(11), 2034-2049. <https://doi.org/10.4236/AJIBM.2019.911134>
- Nieto Glencore, O. R. (2013). *Nueva visión de costeo: All in Sustaning Cost, Growth y el Cash Cost*.
- Niño Rojas, V. Mi. (2011). *Metodología de la Investigación Diseño y Ejecución* (Ediciones de la U, Ed.; Primera Edición). Ediciones de la U.
- Norma Internacional ISO 31000 Gestión del riesgo-Directrices, Publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) 1 (2018). www.iso.org
- Omdena. (2025). *AI in Mining: Transforming Operations for Safety and Efficiency*. <https://www.omdena.com/blog/ai-in-mining-guide>
- Parada Núñez, F. B. (2020). *Aplicación de metodología Value Stream Mapping para identificar cuellos de botella por escenarios en minera los pelambres*. Universidad de Chile.
- ProcessMaker. (2024). *How to Build a Business Case for Process Mining*. <https://www.processmaker.com/blog/how-to-build-a-business-case-for-process-mining/>

- Producción Minera - Informes y publicaciones - Ministerio de Energía y Minas - Plataforma del Estado Peruano.* (s. f.). Recuperado 28 de agosto de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5472883-produccion-minera>
- Project Management Institute. (2019). *El Estándar para la gestión de riesgos en portafolios, programas y proyectos* (I. ©2022 Project Management Institute, Ed.). Independent Publishers Group. www.PMI.org
- Project Management Institute. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Inc. Project Management Institute, Ed.; 7ma Edición). Independent Publishers Group. www.PMI.org
- Quispe Laguna, B. J., & Chauca Paucar, R. (2021). *Estandarización de la malla de perforación y voladura, y análisis económico en el avance de la galería de la veta Guadalupe - U.p. Santa Maria - compañía minera Poderosa Pataz - 2016*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Rockwell Automation. (2025). *How to make condition-based maintenance more effective*. <https://fiixsoftware.com/blog/effective-condition-based-maintenance/>
- Rumbo Minero. (2016). <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/nueve-de-14-mineras-lideres-bajan-costos-de-produccion/>. Nueve de 14 mineras líderes bajan costo de producción. <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/nueve-de-14-mineras-lideres-bajan-costos-de-produccion/>
- Sampieri, D., & Slifirski, M. (2024). *Capstone Copper Reports Third Quarter 2024 Results*. <https://capstonecopper.com/news/capstone-copper-reports-third-quarter-2024-results/>
- Schwarz, M. (2020). *Capex, Opex, Cash Cost e Inversiones en compañías mineras*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=KkMzz4-YXI0>
- Soler Ramos, J. A., Staking, K. B., Ayuso Calle, A., Beato, P., Botin O'Shea, E., Escrig Meliá, M., & Falero Carrasco Bernardo. (1999). *Gestión de riesgos financieros Un enfoque práctico para países latinoamericanos* (IDB Bookstore, Ed.).
- Southern Silver. (2024). *Southern Silver Announces Updated PEA on Cerro Las Minitas: US\$501M After-tax NPV5%; 21% IRR; 48 Month payback*. <https://southernsilverexploration.com/news/2024/southern-silver-announces-updated-pea-on-cerro-las-minitas-us-501m-after-tax-npv5-21-irr-48-month-payback/>
- Superintendencia de Planeamiento. (2024). *Presentación Gerencial Americana*.
- Superintendencia de Planeamiento e ingeniería. (2024). *Memoria descriptiva de operaciones mina - Plan de minado*.

- Tomás Porras, J. David., & León Huamán, C. (2020). *Optimización de costos unitarios en el transporte de mineral y desmonte en la zona Esperanza de la Compañía Minera Raura*. Universidad Continental.
- TransTRACK. (2025). *Case Study of Mining Vehicle Optimization with Fleet Management System*. <https://blog.transtrack.co/en/tips-trick/analytical-tips/mining-vehicle/>
- Ttica Ccoñislla, E. (2018). *Diseño de malla de perforación y voladura según Holmberg, para reducir los costos unitarios en la cortada sw nivel 2760. contrata minera Arca.S.A.C – unidad de producción Santa María – Cia. minera Poderosa S.A, 2017*. Universidad Nacional Micaela Bastida de Apurímac.
- Vila Valenzuela, J. A., & Zafra Siancas, J. A. (2019). *Optimización de beneficios con gestión de riesgos en las minas subterráneas - Grupo Volcan*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Wenco. (2025). *Mining Fleet Management | Fleet Management System (FMS) | Production Monitoring and Control | Wenco Mining Systems*. <https://www.wencomine.com/our-solutions/mining-fleet-management>
- Wireman, Terry. (2004). *Benchmarking best practices in maintenance management*. 212.
- WorkTrek. (2025). *7 Benefits of Condition-Based Maintenance*. <https://worktrek.com/blog/condition-based-maintenance-benefits/>
- Zhafira, N., Dewayana, T. S., & Sugiarto, D. (2023). Risk Mitigation Strategy for Coal Transshipment. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 22(1), 9-21. <https://doi.org/10.25077/JOSI.V22.N1.P9-21.2023>

ANEXOS

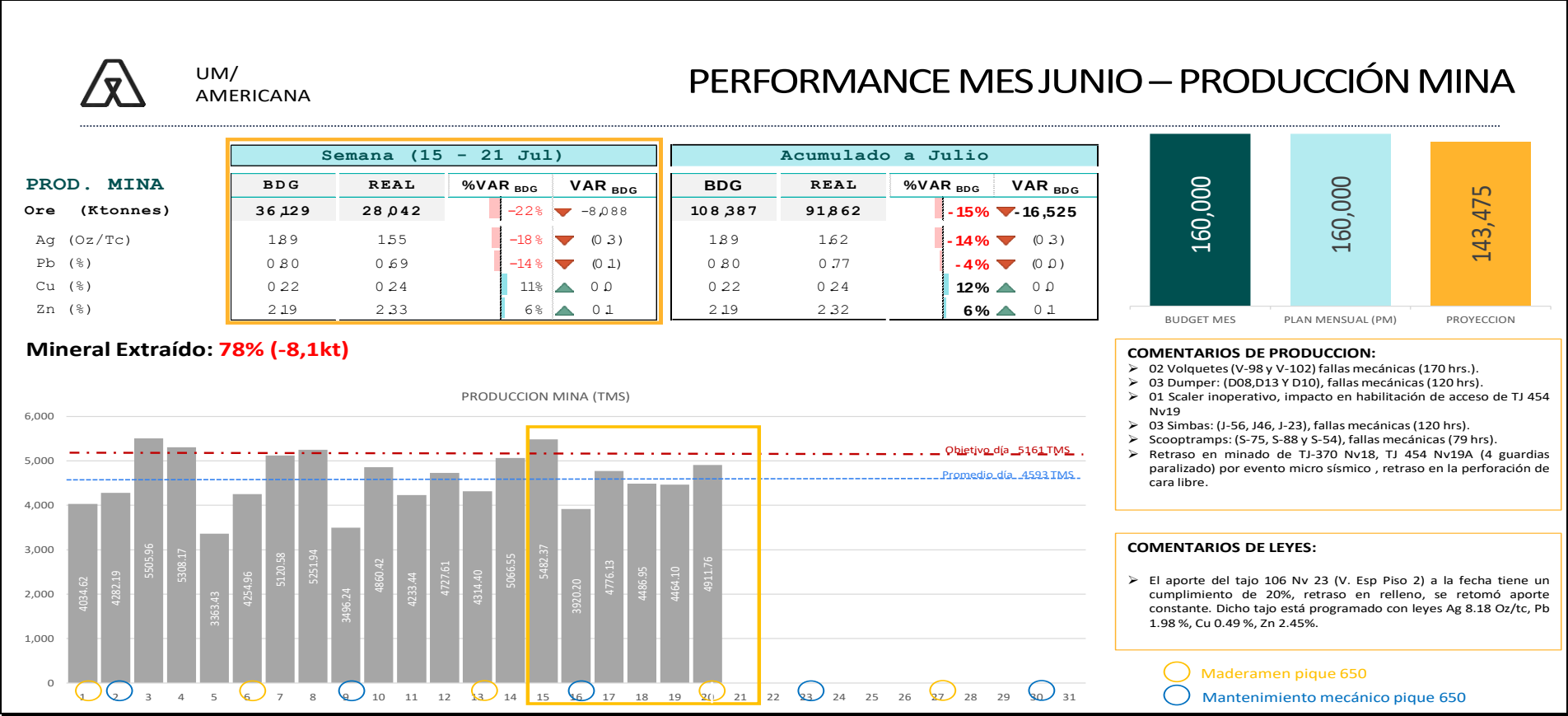
Anexo 01. Reporte semanal (22 – 28 de julio) – Performance semanal - Producción mina.



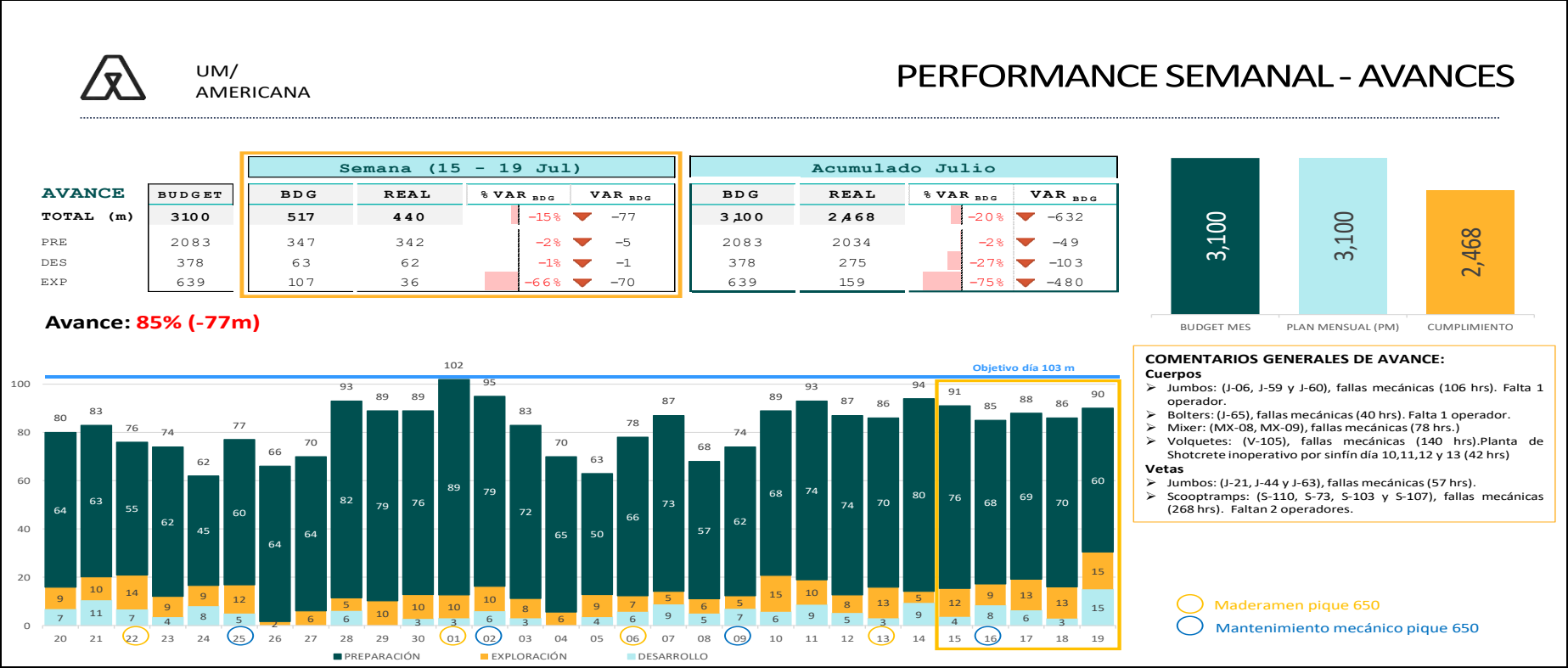
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024)

Nota, Este anexo presenta un informe detallado del desempeño de la producción de la mina correspondiente a la semana del 22 al 28 de julio. Incluye datos comparativos entre la producción programada y la real, mostrando el cumplimiento de metas y posibles desviaciones durante ese periodo específico (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Anexo 02. Reporte semanal (15 – 21 de julio) – Performance semanal - Producción mina.



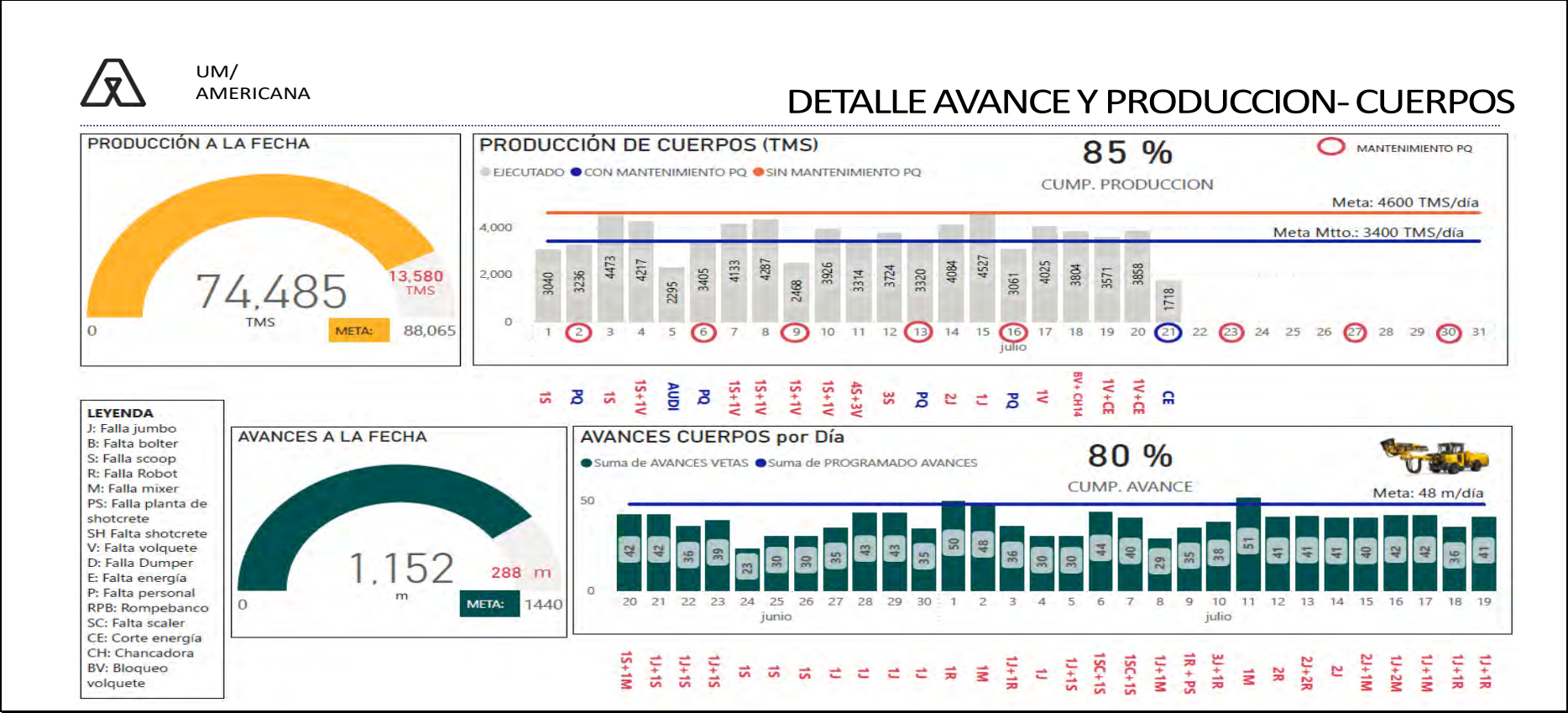
Anexo 03. Performance Semanal (15 – 19 Julio) - Avances



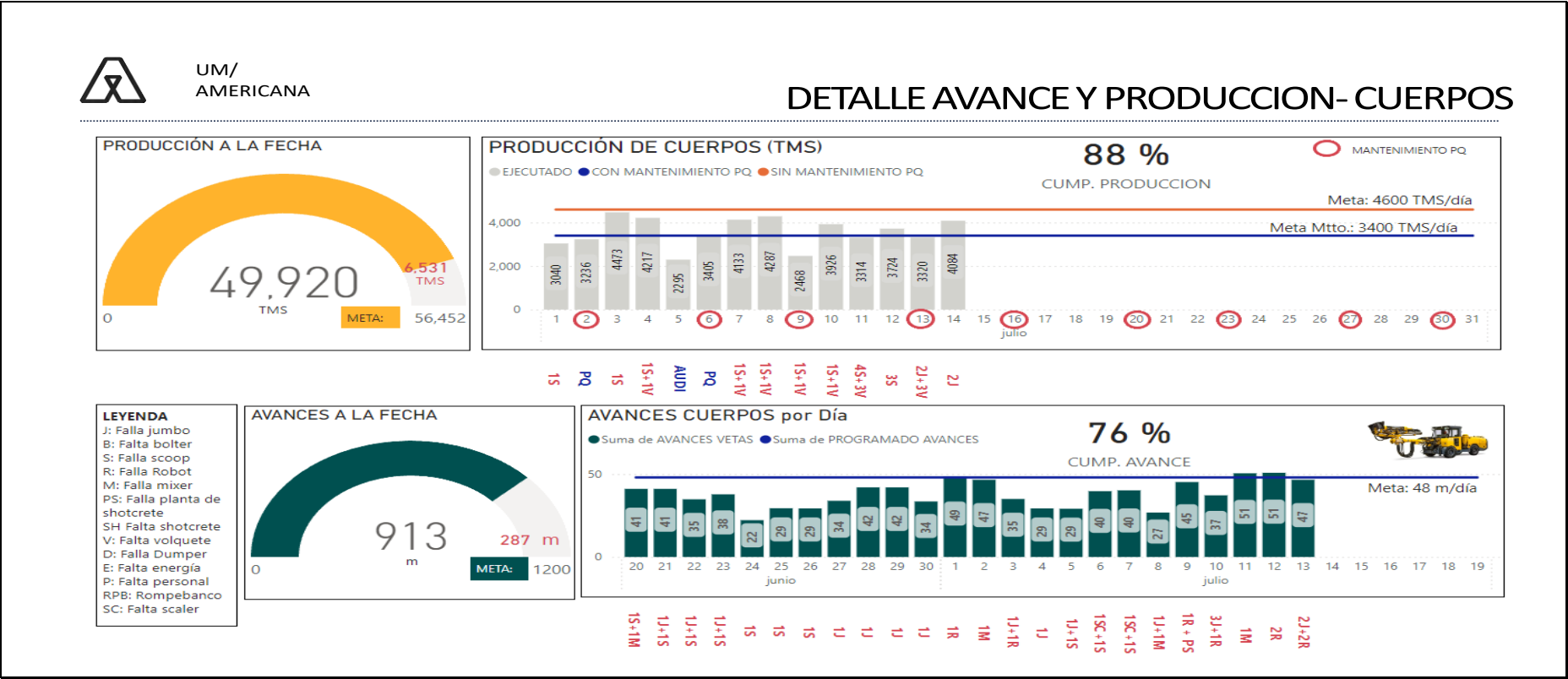
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Este anexo se centra en el desempeño de las labores de avance (desarrollo y preparación) durante la semana del 15 al 19 de julio. Muestra los metros lineales de avance programados en comparación con los ejecutados y el cumplimiento de las metas de desarrollo (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Anexo 04. Detalle de avances y producción cuerpos (Semana 4 Junio – Semanas 1 y 2 Julio).



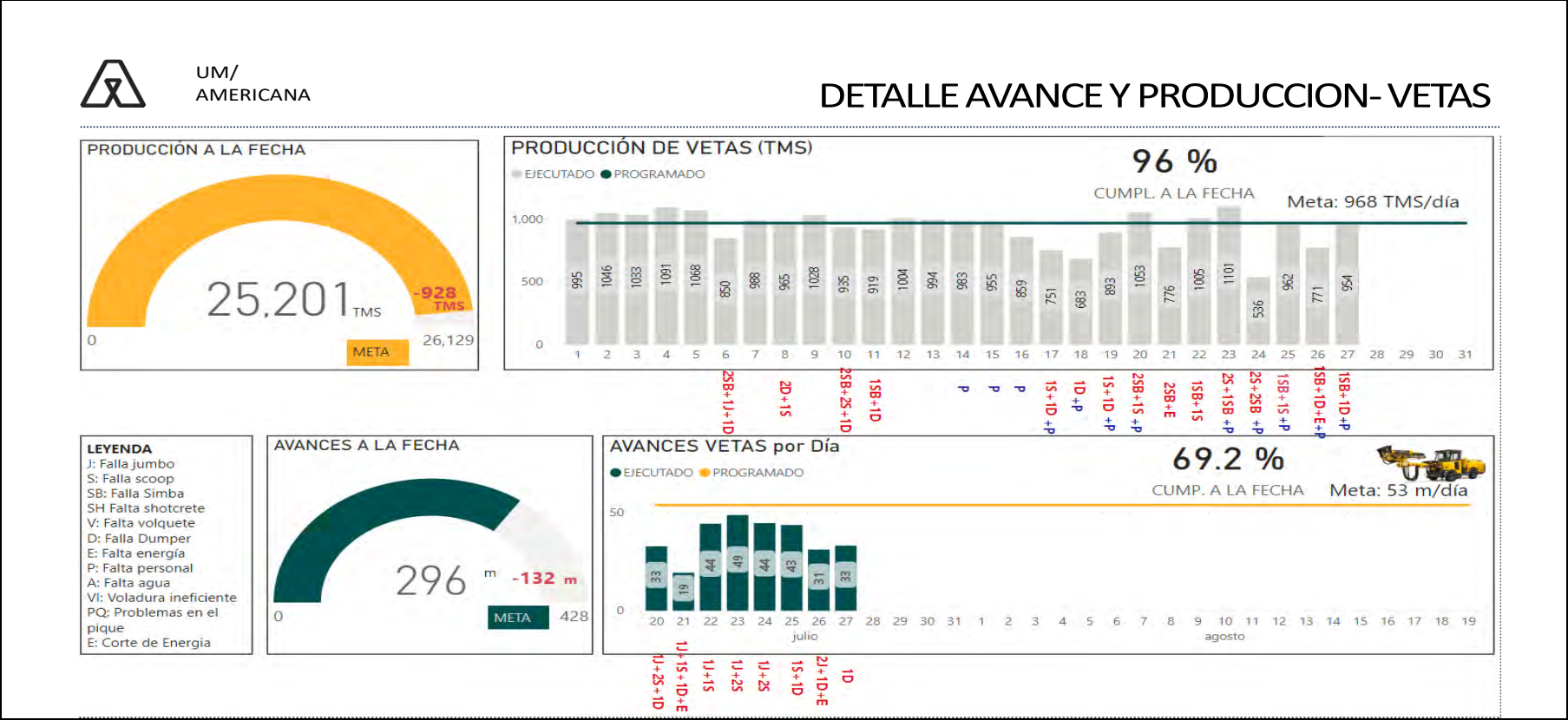
Anexo 05. Detalle de avances y producción cuerpos (Semana 4 junio y Semana 1 Julio).



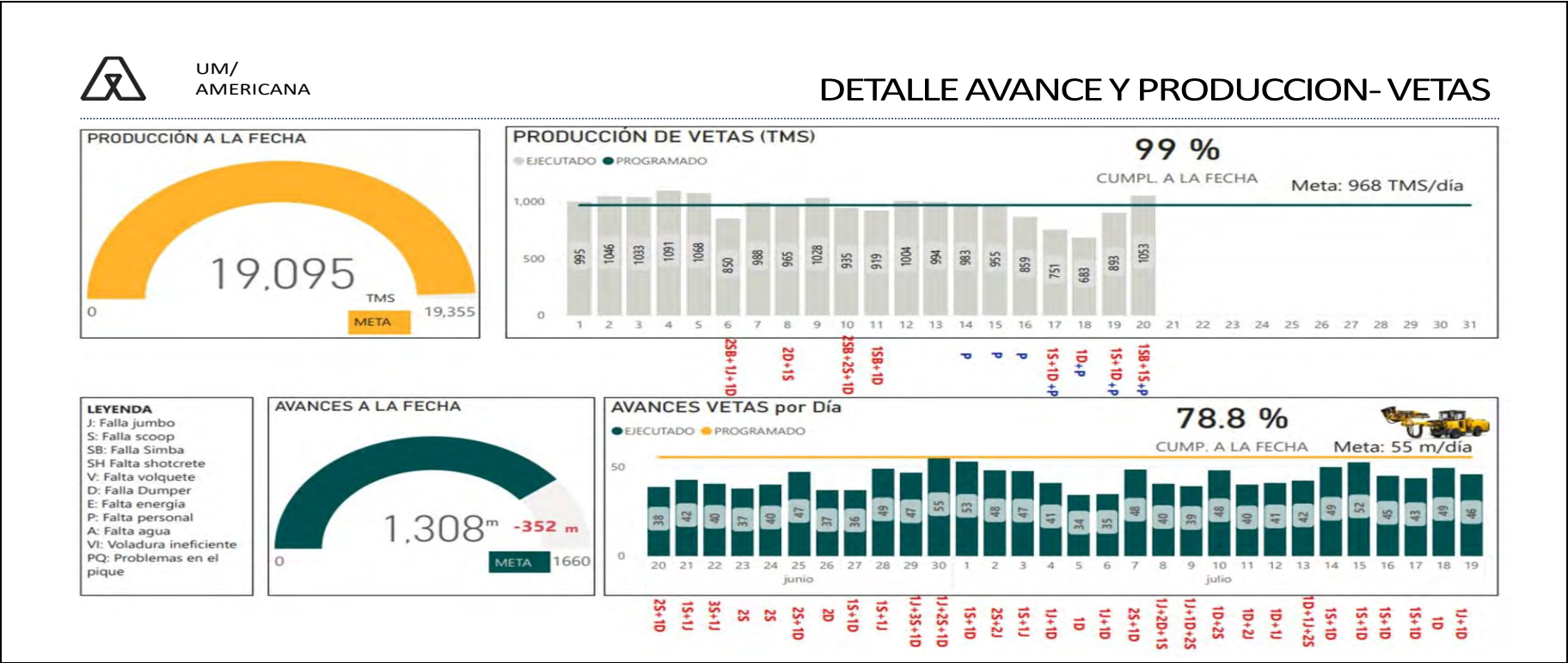
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Descripción: Este anexo también ofrece datos detallados de avance y producción para la "Zona de Cuerpos", concentrándose en el periodo específico de la última semana de junio y la primera semana de julio, posiblemente con un desglose diferente al Anexo 04 (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Anexo 06. Detalle de avances y producción vetas (Julio).



Anexo 07. Detalle de avances y producción vetas (Semana 4 junio – Semana 1 y 2 julio)



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Similar al Anexo 04 pero para la otra zona operativa, este documento muestra información detallada sobre los avances y la producción correspondientes exclusivamente a la "Zona de Vetas" durante el periodo que comprende la última semana de junio y las dos primeras semanas de julio (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Anexo 08. Metas físicas programadas para el mes de enero en zona vetas (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

Imagen 020. Programado vs Ejecutado Zona Esperanza

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	NOMBRE	PROG	EJEC	%CUMPL	VARIACION
ESPERANZA	12	12	TJ 620	2500	807	▼ 32%	-1693
	20	20	TJ 084		929		929
		20.1	TJ 104	2200	112	▼ 5%	-2088
		20.2	GL 190 SW		527		527
			SN 088 NE		543		543
			TJ 088		194		194
	21	21	TJ 104	900	215	▼ 24%	-685
		21.1	TJ 104	2000	851	▼ 43%	-1149
			TJ 106	1500	1398	▲ 93%	-102
			TJ 370	1000	437	▼ 44%	-563
		21.2	TJ 086	2500	4522	▲ 181%	2022
			TJ 088	450	0	▼ 0%	-450
	22	22	GL 120 NE		1248		1248
		22.1	TJ 088		840		840
			TJ 108	1450	981	■ 68%	-469
Total general				14500	13604	▲ 94%	-896

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024)

Nota, En resumen, en el mes de enero se programó el aporte de 14,500 TMS para la zona esperanza, de las cuales fueron ejecutadas 13604 TMS teniendo un cumplimiento total de 94% un déficit de mineral de 896 TMS.

- Nv. 12 TJ 620: El incumplimiento de la producción se debe principalmente a la falta de preparación de la GL 658 (desquinche hastiales), retraso de acondicionamiento de servicios.
- Nv. 20A TJ 104: El incumplimiento de la producción se debe principalmente a la falta de preparación oportuna de la galería 190 SW en el presente mes.
- Nv. 21 TJ 104: El incumplimiento se debe a la complicación del Tajo por descaje (Block 91).
- Nv. 21A TJ 104: La principal razón de incumplimiento fue la demora en el relleno detrítico por equipo inoperativo y demora en lanzado de shotcrete por falta de equipo.
- Nv. 21A TJ 106: Impacto negativo principalmente por la demora en la perforación del tajo por equipo inoperativo (Simba J-19).
- Nv. 21A TJ 370: El incumplimiento del tajo programado se debe principalmente a la falta de recursos en la operación (shotcrete, simbas, personal para carguío de taladros).
- Nv. 21B TJ 088: La principal razón de incumplimiento es la culminación temprana (en el mes anterior) del tajo ya que se llegó al último tramo de minado, por la presencia de geodas, reduciéndose las reservas para el presente mes al dejar pilares de seguridad.
- Nv. 21B TJ 086: El tajo presenta un cumplimiento de 181% sobrepasando la producción programa en 2022 toneladas, esto debido a la necesidad de completar la producción por el incumplimiento de los tajos mencionados anteriormente.
- Nv. 22A TJ 108: Incumplimiento se debe a tramos de baja ley y descaje del tajo.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 021. Programado vs ejecutado zona Oroya

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	NOMBRE	PROG	EJEC	%CUMPL	VARIACION
OROYA	18	18	TJ 003	1450	430	▼ 30%	-1020
			TJ 012	970	1085	▲ 112%	115
	19	19	TJ 003	1630	1824	▲ 112%	194
				770	0	▼ 0%	-770
		19.2	TJ 006	980	953	▲ 97%	-27
			XC 899		31		31
	20	20.2	TJ 003	1400	556	▼ 40%	-844
			TJ 010	1600	1156	▬ 72%	-444
	21	21	TJ 375	2200	2468	▲ 112%	268
		21.1	TJ 010	1200	1487	▲ 124%	287
			TJ 011	800	935	▲ 117%	135
		21.2	SN 013		264		264
			SN 573		343		343
			TJ 003	1500	1461	▲ 97%	-39
TJ 011 E				41		41	
TJ 013	1000		1531	▲ 153%	531		
Total general				15500	14564	▲ 94%	-936

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024)

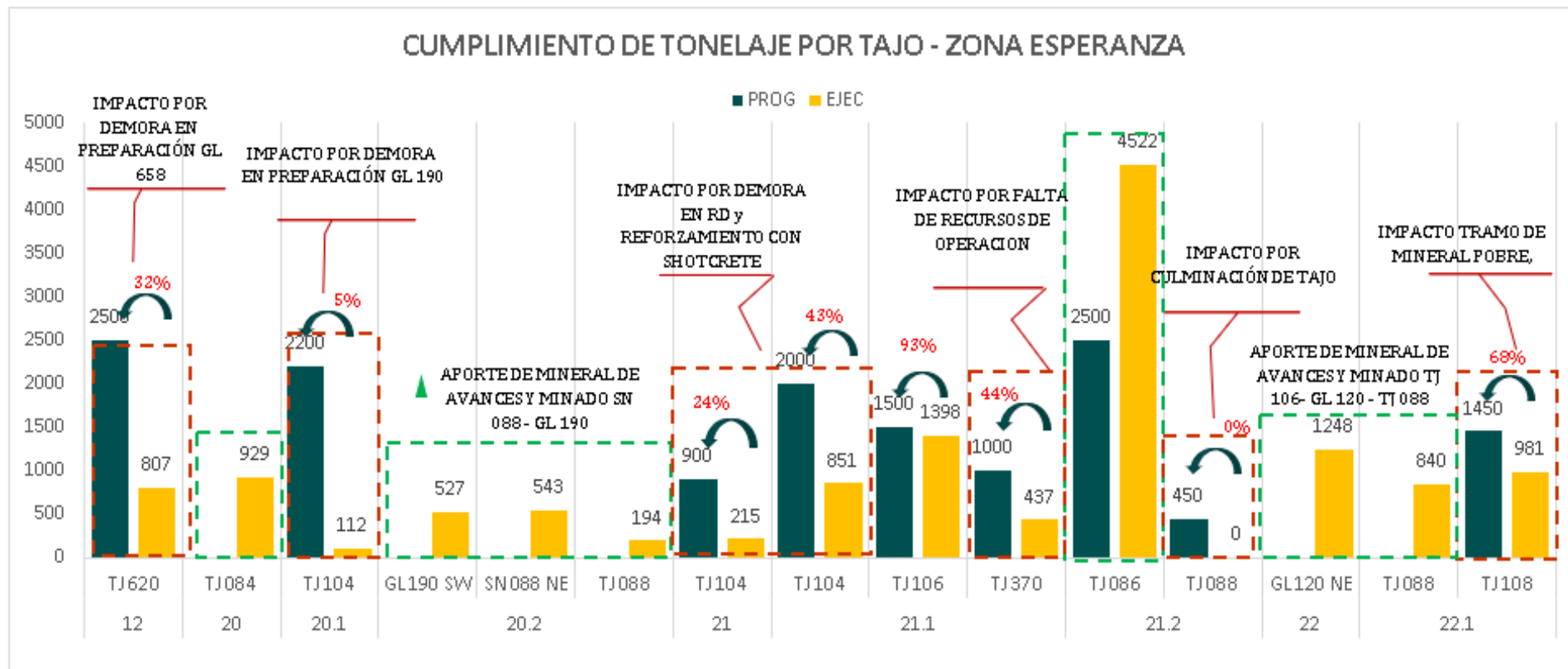
Nota, En resumen, en el mes de enero se programó el aporte de 15,500 TMS para la zona oroya, de las cuales fueron ejecutadas 14564 TMS teniendo un cumplimiento total de 94% un déficit de mineral de 936 TMS.

- Nv. 18 TJ 003: El incumplimiento de la producción se debe principalmente al desvío con otra estructura.
- Nv. 19 TJ 003: No se pudo cumplir con el tonelaje programado debido a que hubo una dirección incorrecta por parte del área de Geología.
- Nv. 20B TJ 003: Incumplimiento por inestabilidad de terreno.

- Nv. 20B TJ 010: El incumplimiento de la producción se debe principalmente a la estandarización de los tajos para auditoría.
- Nv. 21 TJ 375: Tuvo un **cumplimiento** de 112%, debido a que se forzó para compensar el incumplimiento de los tajos que no llegaron a lo programado.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

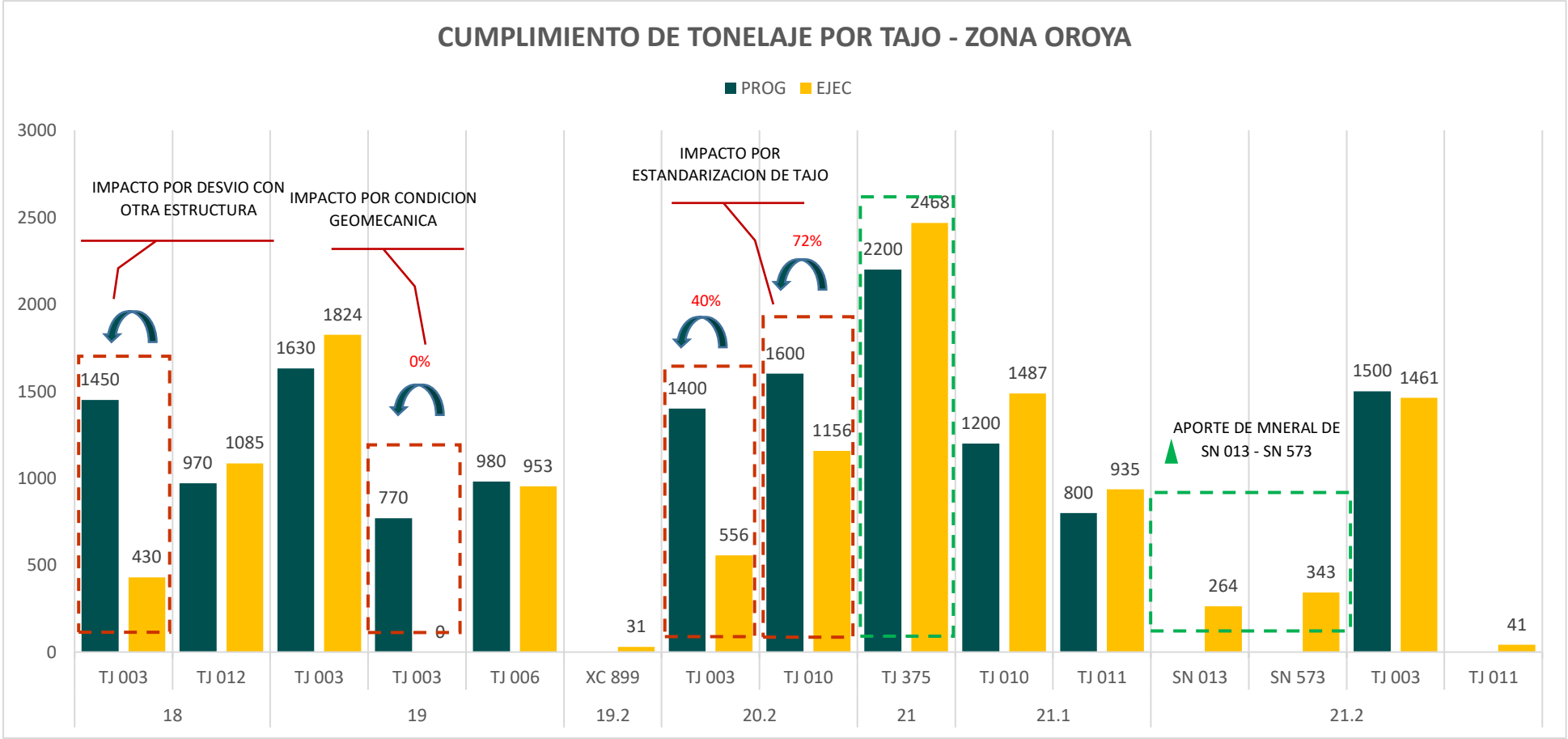
Imagen 022. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Esperanza.



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Imagen 023. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Anexo 09. Metas físicas programadas para el mes de enero en zona vetas (Avance) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

Imagen 024. Avance Programado vs Ejecutado Zona Esperanza

M N A	N I V E L	S U B N I V E L	P R O G	E J E C	% C U M P	V A R I A C I O N
ESPERANZA	20	20 1	19		 0 %	-64
		20 2	101	52 2	 52 %	-49
	21	21	130	73	 56 %	-57
		21 1	51	20 8	 41 %	-30
		21 2	69	38 7	 56 %	-30
	22	22	202	218 5	 108 %	17
		22 1	110	24 4	 22 %	-86
		22 2	138	69 9	 51 %	-68
	23	23	200	204 7	 102 %	5
	Total general		1020	702 2	69 %	-317 8

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024)

Nota, En resumen, en el mes de enero se programó un avance de 1020 metros para la zona Esperanza, de las cuales fueron ejecutados 702 metros aproximadamente teniendo un cumplimiento total de 69% teniendo un faltante de 318 metros para alcanzar la meta mensual.

Incumplimiento en los avances se debe:

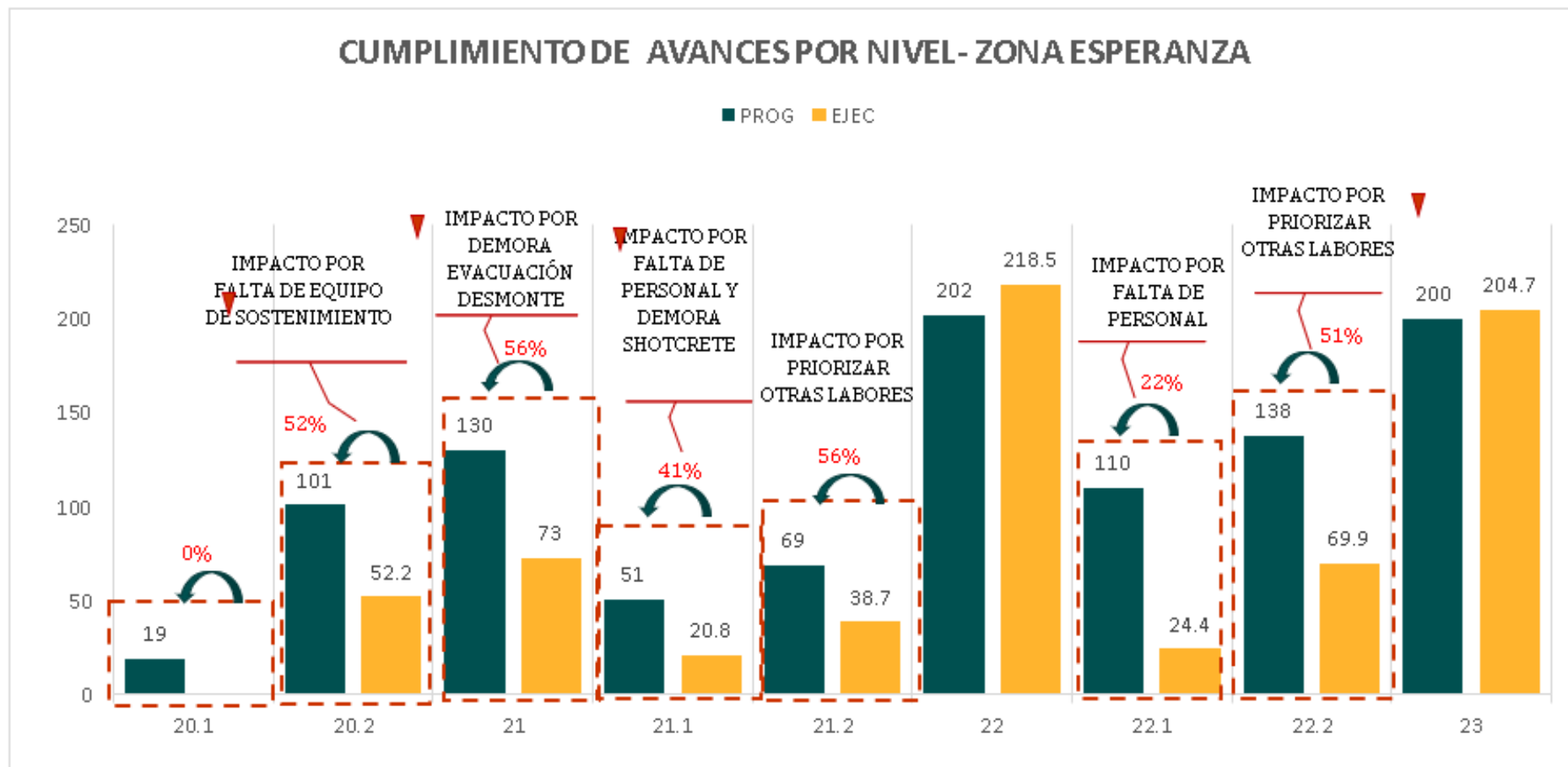
- Nivel 20 B

- GL 190 SW: Se programó el avance de 50 metros para enero, de los cuales se tuvo un avance ejecutado de 29.6 m debido a la falta de equipo de sostenimiento (Muki).
- SN 088 NE: Se programó el avance de 20 metros para enero, de los cuales se tuvo un avance ejecutado de 11.8 m, también a la falta de equipo Muki.
- Nivel 21
 - XC 400 NW: Se programó el avance de 70 metros, de los cuales se tuvo un avance ejecutado de 41 m debido a falta de volquete.
 - GL 067 SW: Se programó el avance de 20 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a la falta de shotcrete y se dio prioridad a otras labores.
- Nivel 21 B:
 - GL 091 NE: Se programó el avance de 50 metros, de los cuales se tuvo un avance ejecutado de 14.6 m debido a la falta de personal para sostenimiento y demoras de lanzado de shotcrete.
- Nivel 21 A:
 - GL 029 SW: Se programó el avance de 30 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a falta de personal.
- Nivel 22 B:
 - RP (-13%) 048 NW: Se programó el avance de 95 metros para enero, de los cuales se tuvo un avance ejecutado de 55.2 m debido a falta de personal.

- Nivel 22 A:
 - RP (-13%) 500 NE: Se programó el avance de 60 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a que se dio prioridad a otras labores por falta de personal y equipo.
 - GL 087 SW: Se programó el avance de 25 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a que el avance era en desmonte y se dio prioridad a otras labores.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 025. Cumplimiento de avances por nivel – zona Esperanza



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por labor, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Imagen 026. Avance programado vs ejecutado zona Oroya

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	PROG	EJEC	% CUM P	VARIACION
OROYA	17	17	10		▼ 0 %	-10
	18	18	73	24 2	▼ 33 %	-49
	19	19	20	11 9	▶ 60 %	-8
		19 2	122	20 2	▼ 17 %	-102
	20	20 2	0	6 7		7
		20 3	97	6 3	▼ 6 %	-91
	21	21	18 2	154 4	▶ 85 %	-28
		21 1	0	15 8		16
	21	21 2	20	58 4	▶ 292 %	38
		21 3	16	75 2	▶ 470 %	59
	23	23	100	85 7	▶ 86 %	-14
Total general			640	458 8	▶ 72 %	-181

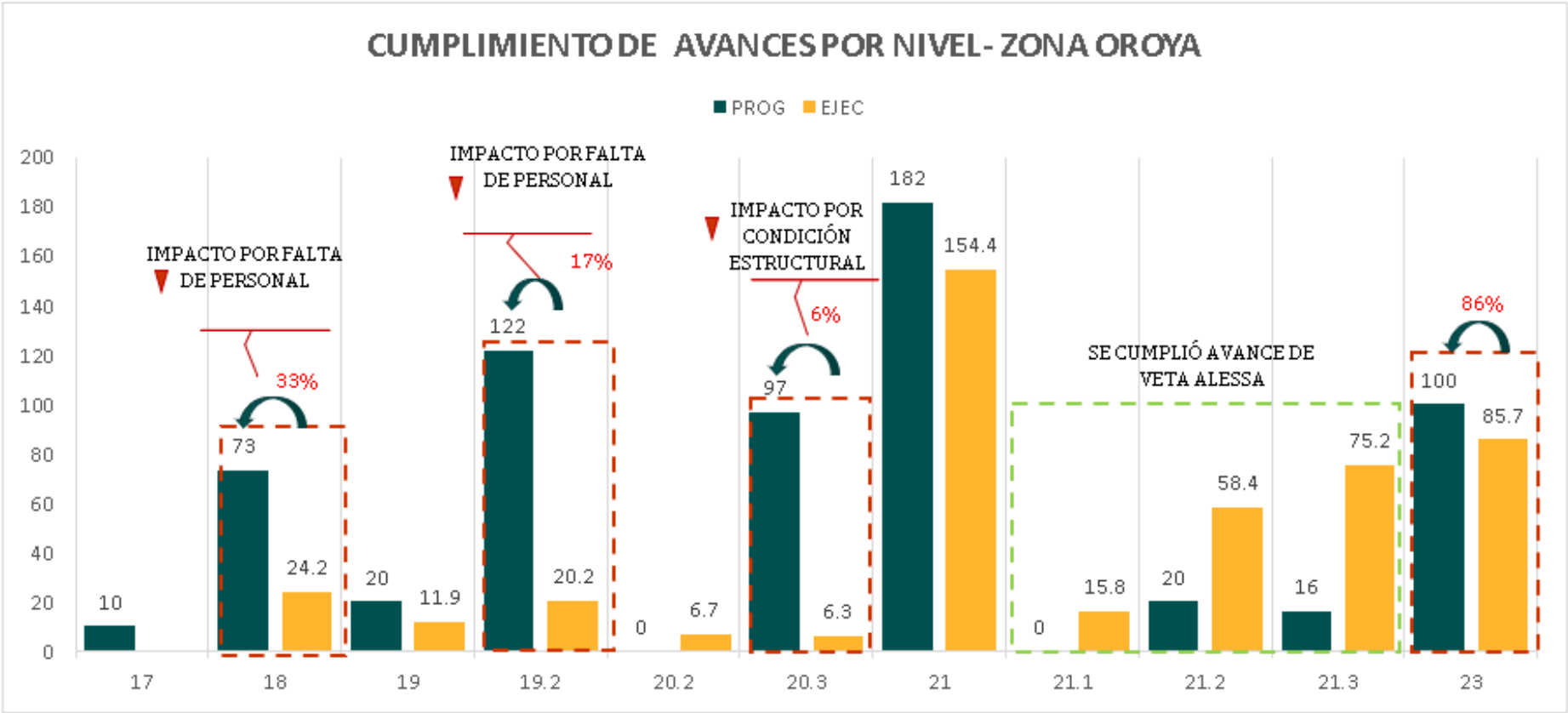
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En resumen, en el mes de enero se programó un avance de 640 metros para la zona oroya, de las cuales fueron ejecutados 459 metros aproximadamente teniendo un cumplimiento total de 72% un déficit de mineral de 181 metros.

- Nivel 18:
 - XC 310 NE: Se programó el avance de 50 metros para enero, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a la falta de personal, se priorizó avances en el TJ 003.
- Nivel 19 B:
 - XC 972 NW: Se programó el avance de 35 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a la falta de personal.

- Nivel 20 C:
 - RP 008 NW: Se programó el avance de 25 metros, de los cuales se tuvo un avance ejecutado de 6 m debido a fallas geológicas y falta de lanzado de shotcrete.
 - XC 008 NW: Se programó el avance de 28 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado a retraso de la RP 008 NW (secuencia).
 - RP (-15%) 969 NE: Se programó el avance de 20 metros, pero no se tuvo metraje ejecutado debido a retraso del XC 008 NW (secuencia).
- (Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 027. Cumplimiento de avances por nivel – zona Oroya



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por labor, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Anexo 010. Metas físicas programadas para el mes de febrero en zona vetas (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

Imagen 028. Programado vs Ejecutado Zona Esperanza.

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	NOMBRE TAJO	PROG FEB	EJEC	% CUM P	VARIACIÓN	
ESPERANZA	12	12	TJ 620	3000	0		0%	-3000
	20	20	TJ 084	600	874		146%	274
			TJ 370	1800	543		30%	-1257
		20.1	TJ 104	1500	1704		114%	204
		20.2	GL 190 SW		191			191
			TJ 088	1600	2789		174%	1189
		TJ 106	300	106		35%	-194	
	21	21.1	TJ 104	1500	2173		145%	673
			TJ 106	0	235			235
		21.2	TJ 086	1500	979		65%	-521
			TJ 088	0	203			203
			TJ 106	1000	111		11%	-889
			SN 104		814			814
	22	22	GL 120 NE	0	64			64
			GL 150 NE		1062			1062
		22.1	TJ 088	2000	2112		106%	112
			TJ 108	1700	2548		150%	848
	23	23	TJ 106	2000	0		0%	-2000
Total general				18500	16508		89%	-1992

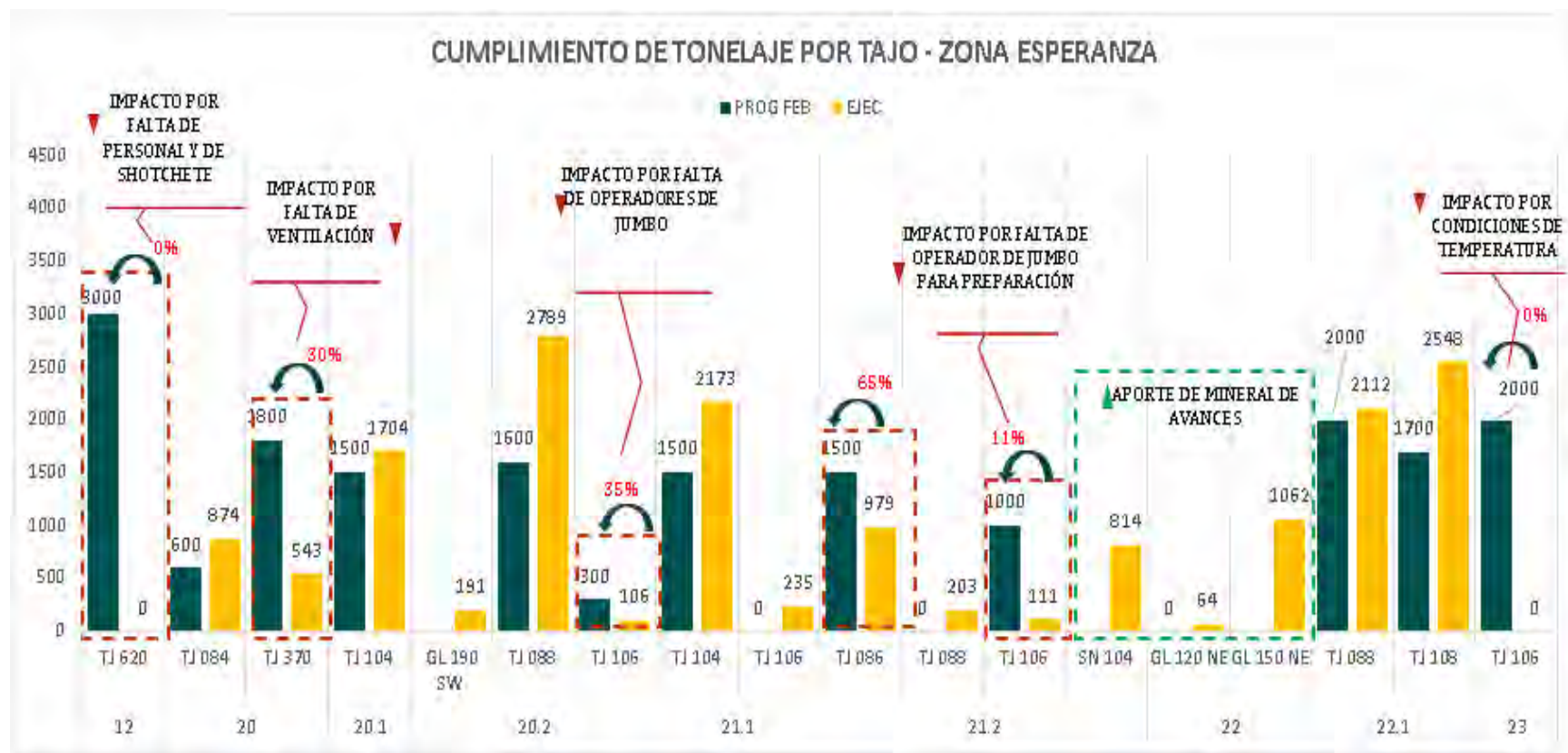
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En resumen, en el mes de febrero se programó el aporte de 18,500 TMS para la zona Esperanza, de las cuales fueron ejecutadas 16508 TMS teniendo un cumplimiento total de 89% un déficit de mineral de 1992 TMS.

- Nivel 12, TJ 620 con un cumplimiento de 0% impacto por falta de personal y de shotchete.
- Nivel 20, TJ 370 con un cumplimiento de 30% impacto por falta de ventilación.

- Nivel 20.2, TJ 106 con un cumplimiento de 35% impacto por falta de operadores de jumbo.
 - Nivel 21.2, TJ 086 con un cumplimiento de 65%
 - Nivel 21.2, TJ 106 con un cumplimiento de 11% impacto por falta de operador de jumbo para preparación.
 - Nivel 23, tj 106 con un cumplimiento de 0% impacto por condiciones de temperatura.
- (Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 029. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Esperanza



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Imagen 030. Programado vs ejecutado zona Oroya

M N A	N I V E L	S U B N I V E L	N O M B R E T A J O	P R O G F E B	E J E C	% C U M P	V A R I A C I Ó N	
O R O Y A	17	17	T J 0 1 0	6 0 0	0		0%	-600
	18	18	T J 0 0 3	110 0	0		0%	-110 0
	19	19	T J 0 0 3	140 0	1578		113%	178
		19.2	T J 0 0 6	130 0	1578		121%	278
	20	20.2	T J 0 0 3	120 0	569		47%	-631
			T J 0 1 0	140 0	1517		108%	117
	21	21	S N 370	0	310			310
		21.1	T J 0 1 0	160 0	1324		83%	-276
			T J 0 1 1	140 0	1367		98%	-33
			S N 0 1 1	0	245			245
		21.2	T J 0 0 3	0	1786			1786
T J 0 1 3			150 0	1091		73%	-409	
Totalgeneral				11500	11366		99%	-134

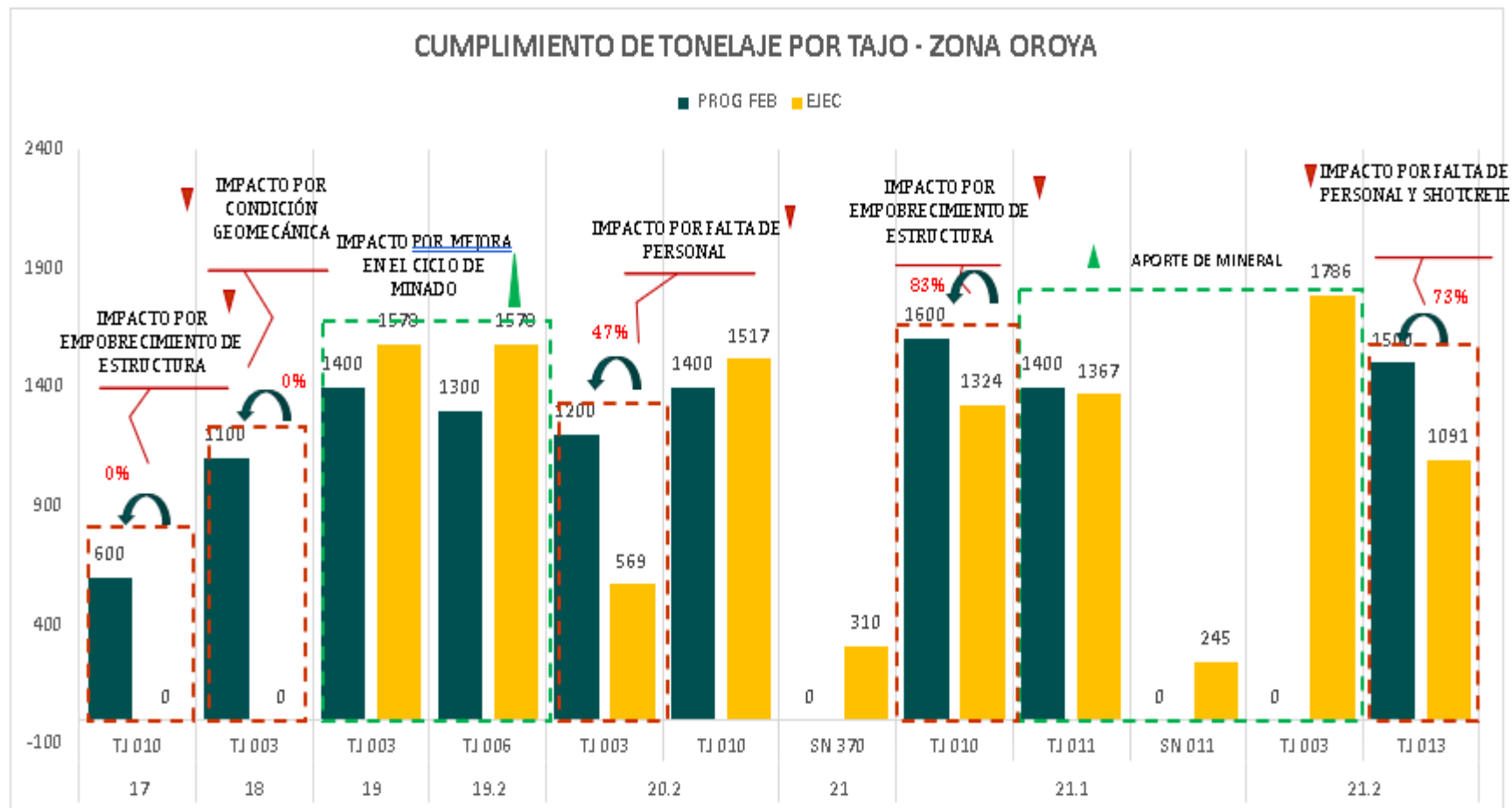
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En resumen, en el mes de febrero se programó el aporte de 11,500 TMS para la zona Oroya, de las cuales fueron ejecutadas 11366 TMS teniendo un cumplimiento total de 99% un déficit de mineral de solo 134 TMS.

- Nivel 17, TJ 010 con un cumplimiento del 0% impacto por empobrecimiento de estructura
- Nivel 18, TJ 003 con un cumplimiento del 0% impacto por condición geomecánica
- Nivel 20.2, TJ 003 con un cumplimiento del 47% impacto por falta de personal
- Nivel 21.1, TJ 010 con un cumplimiento del 65% impacto por empobrecimiento de estructura
- Nivel 21.2, TJ 013 con un cumplimiento del 11% impacto por falta de personal y shotcrete.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Imagen 031. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Anexo 011. Metas físicas programadas para el mes de febrero en zona vetas (Avance) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

Imagen 032. Avance Programado vs Ejecutado Zona Esperanza

M N A	N MEL	SUBN MEL	PROG	EJEC	% CUM P	VARIA C I O N
ESPERANZA	19	19 1	60	4 9 .6	▲ 83 %	-10
	20	20 1	28	0	▼ 0 %	-28
		20 2	69	29 4	▼ 43 %	-40
	21	21 2	96	99 6	▲ 104 %	4
		21 1	43	1	▼ 2 %	-42
		21	131	18 3	▼ 14 %	-113
	22	22	259	159 1	▲ 61 %	-100
		22 1	134	92 8	▲ 69 %	-41
		22 2	37	18 6	▲ 50 %	-18
	23	23	170	103 7	▲ 61 %	-66
	12	12	16	57 3	▲ 358 %	41
Total general			1043	629 4	▲ 60 %	-413 6

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

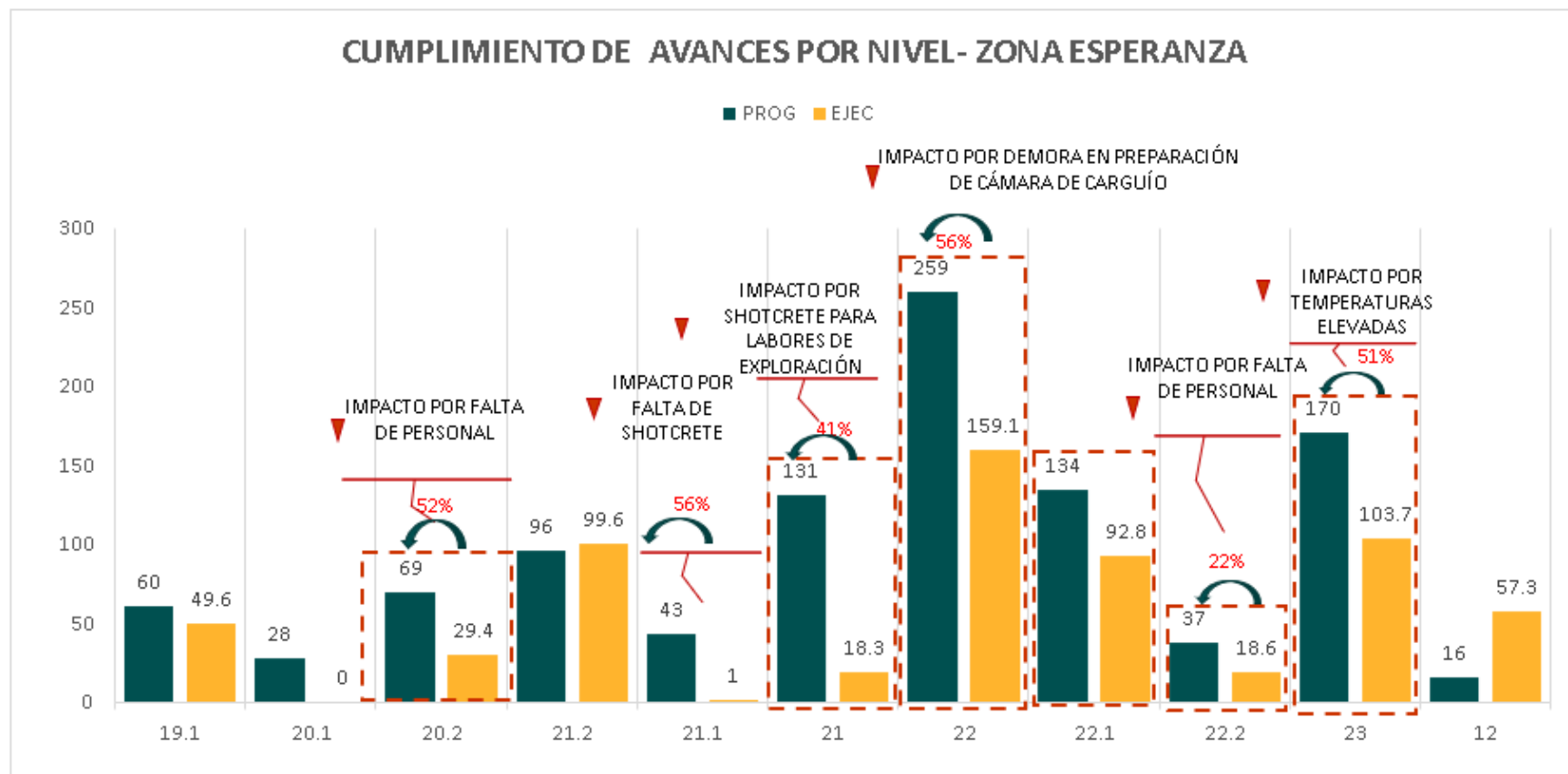
Nota, en el mes de febrero se programó un avance de 1043 metros para la zona Esperanza, de las cuales fueron ejecutados 629.4 metros aproximadamente teniendo un cumplimiento total de 60% teniendo un faltante de 414 metros para alcanzar la meta mensual.

- Nivel 20.1, XC 062 NW se programó 8 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de operadores de jumbo
- Nivel 20.1, GL 159 SW se programó 20 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de operadores de jumbo
- Nivel 20.2, RP (+15) 009 NW se programó 20 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de operadores de jumbo
- Nivel 20.2, SN 106 SW se programó 10 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de operadores de jumbo

- Nivel 21.1, GL 029 NE se programó 30 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de shotcrete
- Nivel 21, XC 400 NW se programó 90 m. y se ejecutó 18.3 m. impacto por falta de operadores de jumbo
- Nivel 21, GL 067 SW se programó 20 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de shotcrete
- Nivel 22, GL 120 SW se programó 80 m. y se ejecutó 36.4 m. impacto por falta de shotcrete
- Nivel 22, GL 150 NE se programó 80 m. y se ejecutó 63.8 m. impacto por falta de shotcrete
- Nivel 22.2, RP (+13%) 048 SW se programó 35 m. y se ejecutó 17.6 m. impacto por falta de operadores de jumbo
- Nivel 23, BP 300 SW se programó 45 m. y se ejecutó 28.2 m. impacto por temperaturas altas
- Nivel 23, GL 085 SW se programó 30 m. y se ejecutó 0 m. impacto por temperaturas altas
- Nivel 23, XC 957 SE se programó 29 m. y se ejecutó 0 m. impacto por temperaturas altas.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 033. Cumplimiento de avances por nivel – zona Esperanza



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por labor, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Imagen 034. Avance programado vs ejecutado zona Oroya

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	PROG	EJEC	% CUMPL	VARIACION
OROYA	17	17	20	0	▼ 0 %	-20
	18	18	69	33.4	▼ 48 %	-36
	19	19.2	57	69.2	▲ 121 %	12
		19	15	0	▼ 0 %	-15
	20	20.3	49	0	▼ 0 %	-49
		21.1	0	18.5		19
	21	21.2	0	4.6		4.6
		21.3	11	54.6	▲ 496 %	44
		21	259	157	▲ 61 %	-102
	23	23	137	153	▲ 112 %	16
Total general			617	531.7	▲ 86 %	-85

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

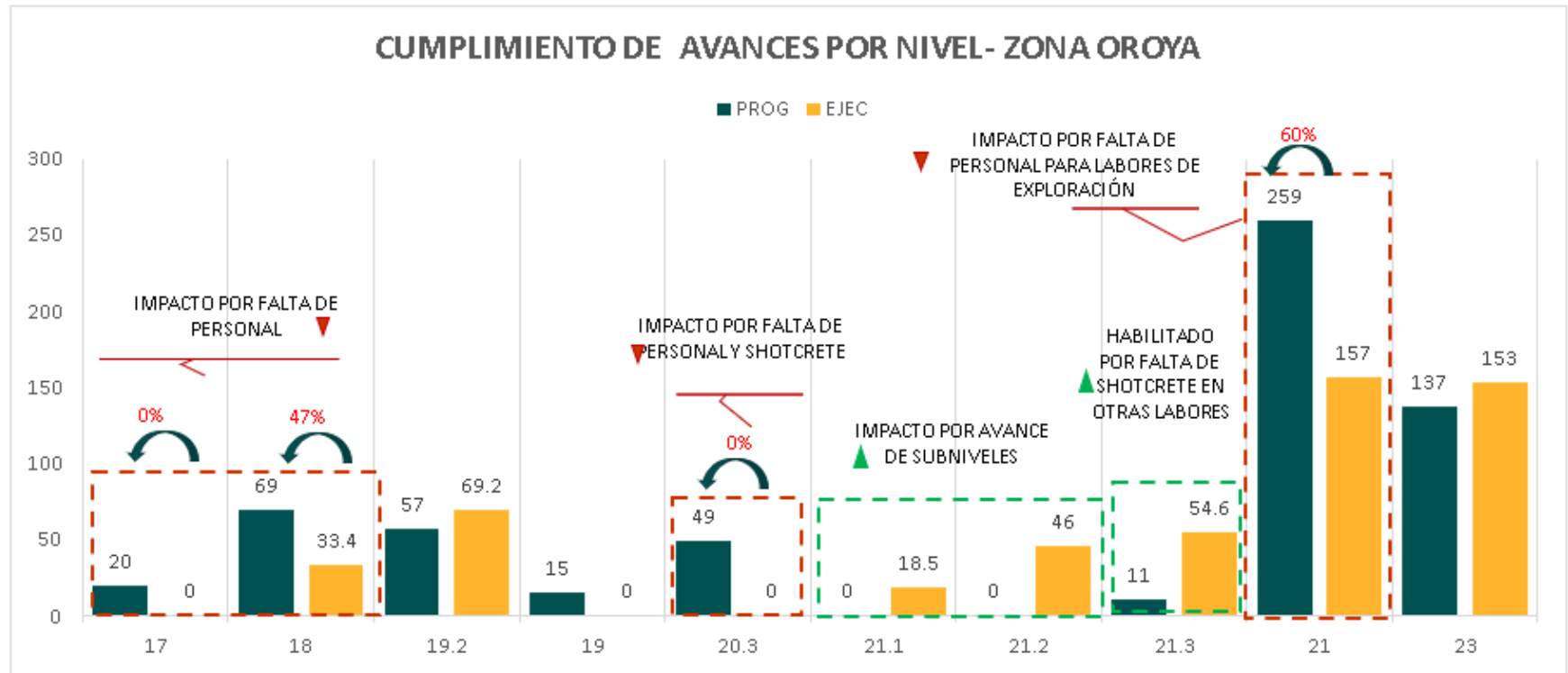
Nota, en el mes de febrero se programó un avance de 617 metros para la zona oroya, de las cuales fueron ejecutados 532 metros aproximadamente teniendo un cumplimiento total de 86% un déficit de mineral de 85 metros.

- Nivel 17, CA 811 NE se programó 20 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de personal
- Nivel 18, XC 310 NE se programó 50 m. y se ejecutó 14 m. impacto por problema en evacuación de desmonte
- Nivel 19, SN 960 SW se programó 15 m. y se ejecutó 0 m. impacto por problema en evacuación de desmonte
- Nivel 20.3, RP (-15%) 008 NW se programó 18 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de shotcrete
- Nivel 20.3, XC 008 NW se programó 22 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de shotcrete

- Nivel 20.3, CA 965 SW se programó 8 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de shotcrete
- Nivel 21, GL 840 NE se programó 20 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de personal
- Nivel 21, SN 370 E se programó 20 m. y se ejecutó 0 m. impacto por erraticidad del yacimiento
- Nivel 21, GL 375 NE se programó 50 m. y se ejecutó 0 m. impacto por falta de ventilación.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 035. Cumplimiento de avances por nivel – zona Oroya



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por labor, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Anexo 012. Metas físicas programadas para el mes de mayo en zona vetas (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

Imagen 036. Programado vs Ejecutado Zona Esperanza

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	NOMBRE TAJO	PROG	EJEC	% CUM P	VARIACIÓN		
ESPERANZA	12	12	TJ 620	1800	3854	▲ 214%	2,054		
			19	19.1	TJ 088	300	0	▼ 0%	-300
					TJ 108	1300	0	▼ 0%	-1,300
	20	20.2	GL 165 SW		60		60		
			SN 106		1037		1,037		
			TJ 088	100	3083	▲ 3083%	2,983		
			TJ 104	900	0	▼ 0%	-900		
			TJ 106	1900	0	▼ 0%	-1,900		
	21	21.1	TJ 104	1600	129	▼ 8%	-1,471		
			TJ 106		1702		1,702		
			21.2	SN 104		323		323	
				TJ 104	1100	852	▲ 77%	-248	
				TJ 106	1250	0	▼ 0%	-1,250	
	22	22	GL 120 NE		775		775		
			GL 150 NE		2197		2,197		
			TJ 106	1800	1406	▲ 78%	-394		
			TJ 370	2800	0	▼ 0%	-2,800		
		22.1	TJ 088	1500	0	▼ 0%	-1,500		
			TJ 108		1766		1,766		
			22.2	GL 126 NE		1615		1,615	
	23	23	TJ 106	2100	1146	▲ 55%	-954		
			XC 150		176		176		
			23.2	SN 035		1473		1,473	
	Total general				18,450	21,592	▲ 117%	3,142	

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En el mes de mayo se programó el aporte de 18 450 TMS, de las cuales fueron ejecutadas 21 592 TMS teniendo un cumplimiento total de 117% , superando la meta y teniendo un aporte de mineral adicional de 3 142 TMS.

- TJ-620 Veta Mariana Piso (NV-12), falta de lanzado de shotcrete en los desquinces generados para la perforación de TL. Falta de operadores de simba. TMS Programado: 3000 TON, TMS Ejecutado: 0 Ton.
- TJ-106 Veta Esperanza Piso 2(NV-20B), Falta de preparación del SN 106 NV20B, Falta de operadores de jumbo para el muki J-36. TMS Programado: 300 TON, TMS Ejecutado: 106Ton
- TJ-106 Veta Esperanza Piso 2(NV-23), Temperaturas elevadas, Falta de lanzado de tubería para enfriar el agua caliente presente en labor. TMS Programado: 2000 TON, TMS Ejecutado: 0 Ton.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 037. Programado vs ejecutado zona Oroya

MINA	NIVEL	SUBNIVEL	NOMBRE TAJO	PROG	EJEC	% CUM P	VARACIÓN
O RO YA	19	19	TJ 0 0 3		10 6		10 6
		19 2	TJ 0 0 3	15 60	10 0 6	64%	-554
			TJ 0 0 6	19 50	14 14	73%	-536
	20	20 2	TJ 0 0 3		18 19		1,8 19
			TJ 0 10	12 0 0	4 45	37%	-755
		20 3	TJ 0 0 3	14 10	0	0%	-1,4 10
	21	21	TJ 3 75	10 0 0	0	0%	-1,0 0 0
		21 1	TJ 0 10	12 90	15 19	118%	229
			TJ 0 11		2 83		283
		21 2	TJ 0 0 3	18 20	20 62	113%	242
			TJ 0 11	13 20	11 19	85%	-201
			TJ 0 13		82		82
	Total general			11,550	9854	85%	-1,696

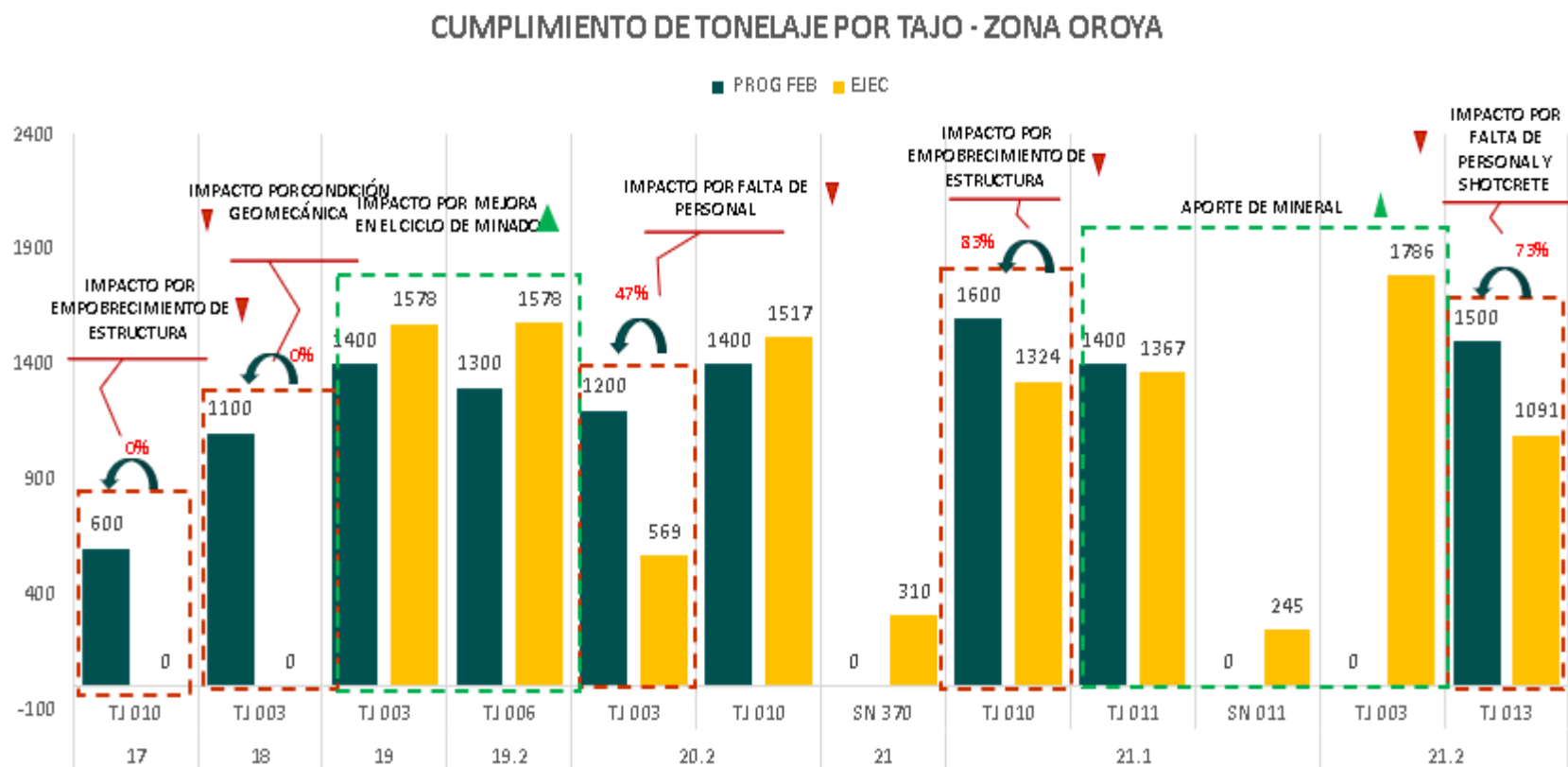
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En el mes de MARZO se programó el aporte de 11 550 TMS para la zona Oroya, de las cuales fueron ejecutadas 9 854 TMS teniendo un cumplimiento total de 85% un déficit de mineral de solo 1696 TMS.

- TJ-010 Veta Ximena (NV-17), Tramo N°2 de minado, evaluado de manera económica, generando un margen negativo. Estructura con mineralización irregular, con presencia de abras. TMS Programado: 600 TON - Valor de Mineral: 64.69 \$/Ton. Long. Avance: 30m - Ingresos: \$38,694. Costo de Minado: \$45,600, Costo Avance: \$31,020, Margen: -\$37,926.
- TJ-010 Veta Ximena (NV-18), Tramo N°2 de minado, evaluado de manera económica, generando un margen negativo. Estructura con mineralización irregular, con presencia de abras. TMS Programado: 600 TON - Valor de Mineral: 64.69 \$/Ton. Long. Avance: 30m. Ingresos: \$38,694. Costo de Minado: \$45,600. Costo de Avance: \$31,020. Margen: -\$37,926.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 038. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya

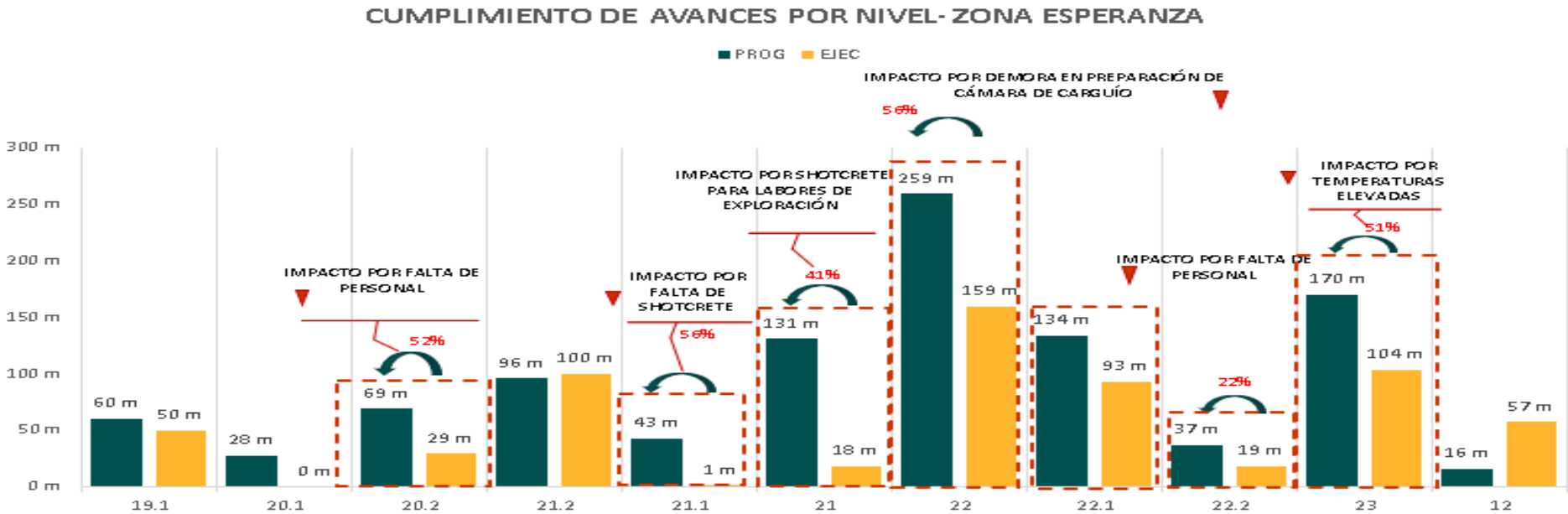


Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Anexo 013. Metas físicas programadas para el mes de mayo en zona vetas (Avances) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

Imagen 039. Cumplimiento de Avances por Nivel – Zona Esperanza.



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por labor, describe las deficiencias en el proceso operativo.

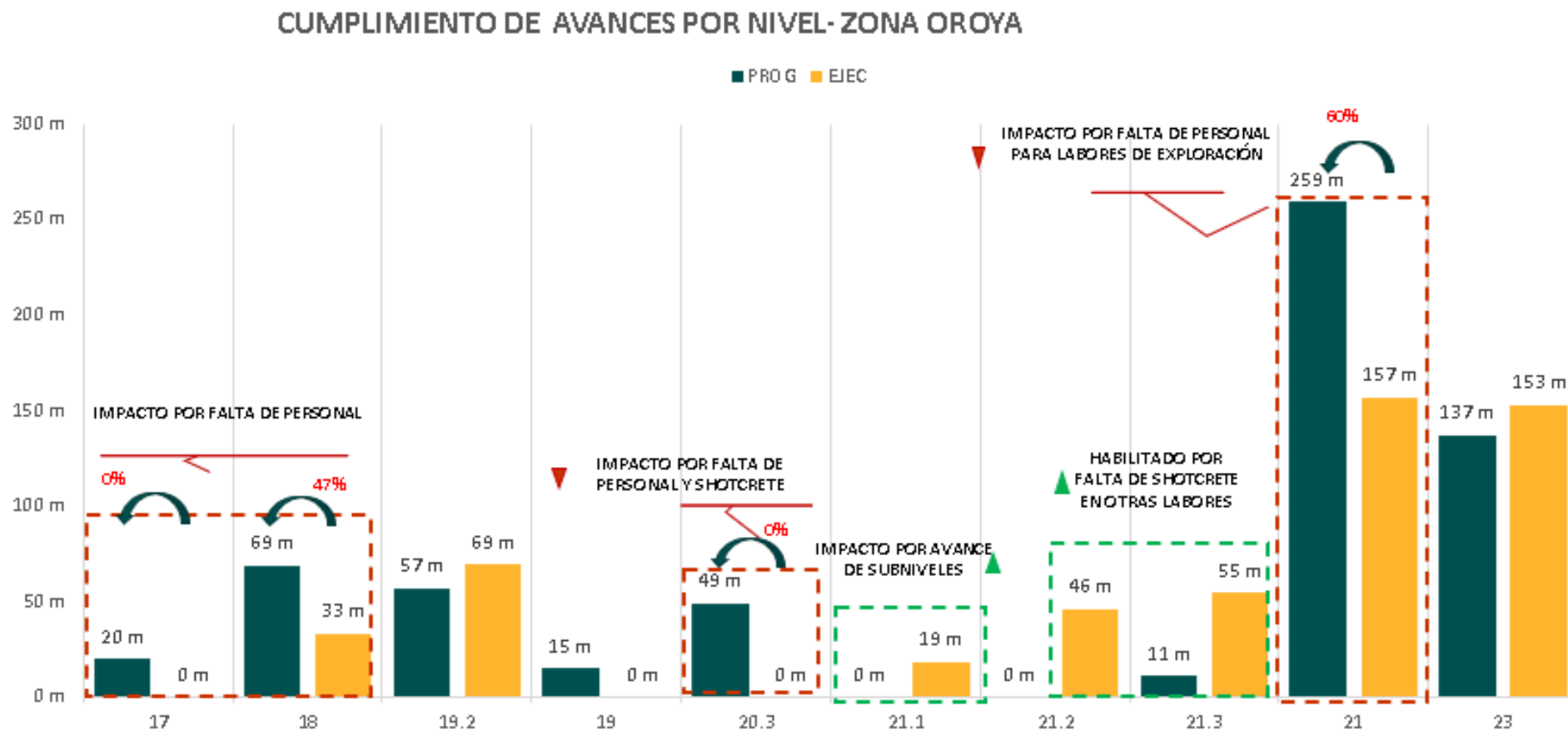
Imagen 040. Cuadro de cumplimiento de avances de la zona de Esperanza

NIVEL	LABOR	PROG.	EJEC.	SUSTENTO
20.1	XC 062 NW	8	0	FALTA DE OPERADORES DE JUMBO
	GL 159 SW	20	0	FALTA DE OPERADORES DE JUMBO
20.2	RP (+15) 009 NW	20	0	FALTA DE OPERADORES DE JUMBO
	SN 106 SW	10	0	FALTA DE OPERADORES DE JUMBO
21.1	GL 029 NE	30	0	FALTA DE SHOTCRETE
21	XC 400 NW	90	18.3	FALTA DE OPERADORES DE JUMBO
	GL 067 SW	20	0	FALTA DE SHOTCRETE
22	GL 120 SW	80	36.4	FALTA DE SHOTCRETE
	GL 150 NE	80	63.8	FALTA DE SHOTCRETE
22.2	RP (+13%) 048 SW	35	17.6	FALTA DE OPERADORES DE JUMBO
23	BP 300 SW	45	28.2	TEMPERATURAS ALTAS
	GL 085 SW	30	0	TEMPERATURAS ALTAS
	XC 957 SE	29	0	TEMPERATURAS ALTAS

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, descripción del cumplimiento de los avances de la Zona Esperanza. (Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Imagen 041. Cumplimiento de Avances por nivel – zona Oroya.



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024)

Nota, Verificación del cumplimiento por labor, describe las deficiencias en el proceso operativo.

Imagen 042. Cuadro de cumplimiento de Avances de la zona de Oroya

NIVEL	LABOR	PROG.	EJEC.	SUSTENTO
17	CA 811 NE	20 m	0 m	FALTA DE PERSONAL
18	XC 310 NE	50 m	14 m	PROBLEMA EN EVACUACIÓN DE DESMONTE
19	SN 960 SW	15 m	0 m	PROBLEMA EN EVACUACIÓN DE DESMONTE
20.3	RP (-15%) 008 NW	18 m	0 m	FALTA DE SHOTCRETE
	XC 008 NW	22 m	0 m	FALTA DE SHOTCRETE
	CA 965 SW	8 m	0 m	FALTA DE SHOTCRETE
21	GL 840 NE	20 m	0 m	FALTA DE PERSONAL
	SN 370 E	20 m	0 m	ERRATICIDAD DEL YACIMIENTO
	GL 375 NE	50 m	0 m	FALTA DE VENTILACIÓN

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, descripción del cumplimiento de los avances de la Zona Oroya. (Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Anexo 014. Metas físicas programadas para el mes de agosto en zona vetas Esperanza (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa

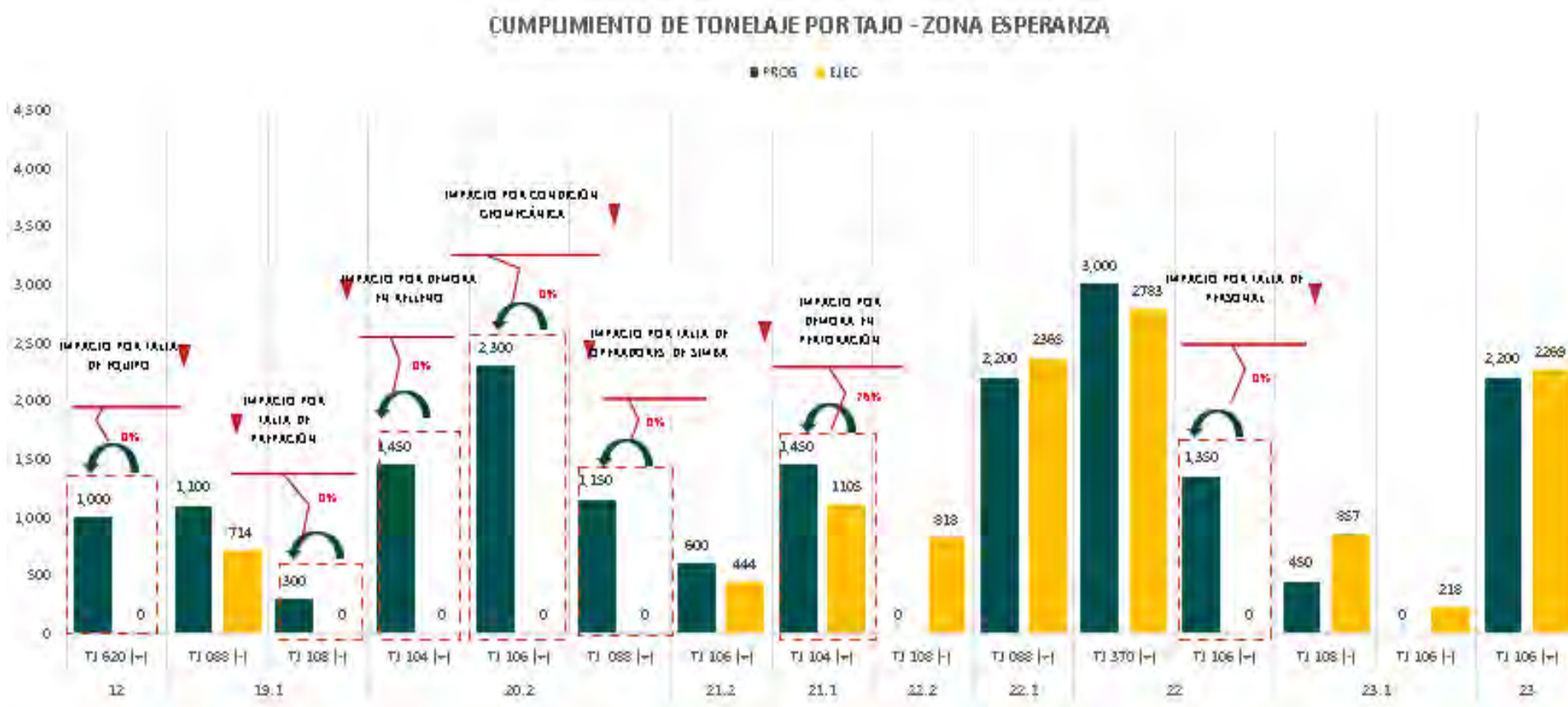
Imagen 043. Producción zona Esperanza

M N A	N M E L	S U B N M E L	N O M B R E T A J O	P R O G	E J E C	% C U M P	V A R I A C I Ó N
E S P E R A N Z A	12	12	TJ 620 (+)	1,000	0	0%	-1,000
	19	19.1	TJ 088 (-)	1,100	714	65%	-386
			TJ 108 (-)	300	0	0%	-300
	20	20.2	TJ 104 (+)	1,450	0	0%	-1,450
			TJ 106 (+)	2,300	0	0%	-2,300
			TJ 088 (+)	1,150	0	0%	-1,150
	21	21.2	TJ 106 (+)	600	444	74%	-156
		21.1	TJ 104 (+)	1,450	1105	76%	-345
	22	22.2	TJ 108 (-)	0	818		818
		22.1	TJ 088 (+)	2,200	2365	107%	165
		22	TJ 370 (+)	3,000	2783	93%	-217
			TJ 106 (+)	1,350	0	0%	-1,350
	23	23.1	TJ 108 (-)	450	857	190%	407
			TJ 106 (-)	0	218		218
		23	TJ 106 (+)	2,200	2269	103%	69
TotalTAJOS				18,550	11,571	62%	-6,979
A P O R T E D E A V A N C E S	20	20.2	SN 106	0	110		110
	22	22.2	GL 126	0	2934		2,934
		22.1	SN 140	0	96		96
			GL 115	0	964		964
		22	GL 110	0	302		302
			GL 120	0	1838		1,838
	23	23.1	SN 035	0	78		78
		23	GL 085	0	59		59
TotalAVANCES				0	6,380		6,380
Totalgeneral				18,550	17,951	97%	-599

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En el mes de agosto se programó el aporte de 18,550 TMS, de las cuales fueron ejecutadas 11,571 TMS en **TAJOS**, teniendo un cumplimiento del 62%. El aporte de **AVANCES** fue de 6,380 TMS con lo cual se alcanza el 97% del tonelaje programado (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Imagen 044. Cumplimiento de Tonelaje por Tajo – Zona Esperanza



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

- TJ 620 NV 12, Falta de lanzado de shotcrete en los desquinces generados para la perforación de TL. Falta de operadores de simba. TMS Programado: 1000 TON; TMS Ejecutado: 0 Ton.
- TJ 106 NV 20B, Reacomodo con proyección de roca en el TJ, lo cual provocó el atrapamiento del equipo J-41 y lesión al Operador de Simba y Ayudante. Se rehabilitó y se lanzó shotcrete en el 2do tramo para retomar labor. TMS Programado: 2300 TON TMS Ejecutado: 0 Ton.
- TJ 104 NV 20B, Se realizó el relleno del TJ 104 (1500 m³ aprox.), el cual presentó demoras y por falta de operador no se pudo retomar TJ. TMS Programado: 2000 TON; TMS Ejecutado: 0 Ton.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Anexo 015. Metas físicas programadas para el mes de noviembre en zona vetas Oroya (Producción) y el cumplimiento realizado por la parte operativa.

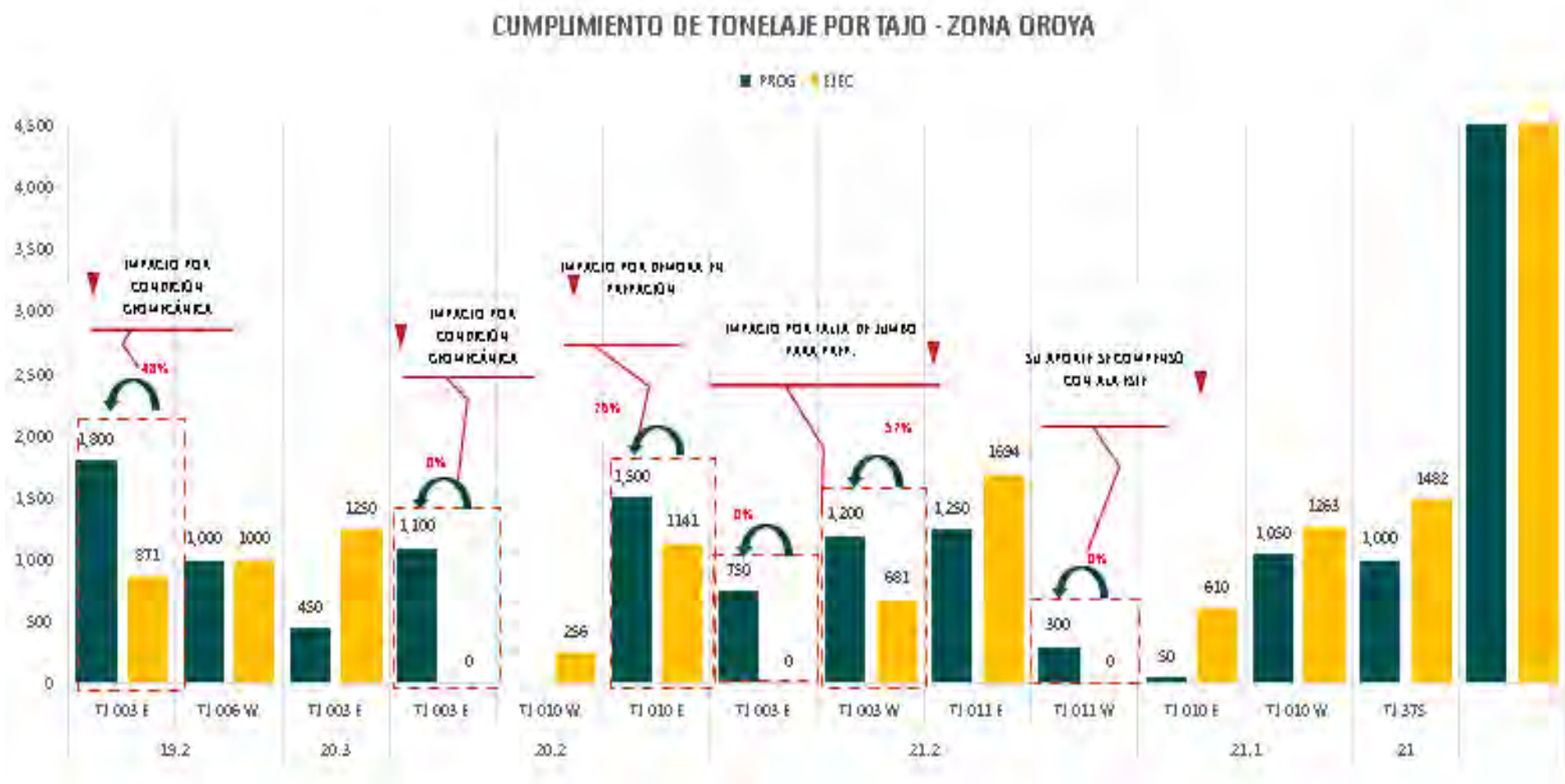
Imagen 045. Producción por tajo de la zona Oroya

M N A	N M E L	S U B N M E L	N O M B R E T A J O	P R O G	E J E C	% C U M P	V A R I A C I Ó N
O R O Y A	19	19 2	TJ 003 E	1,800	871	48 %	-929
			TJ 006 W	1,000	1000	100 %	0
	20	20 3	TJ 003 E	450	1250	278 %	800
		20 2	TJ 003 E	1,100	0	0 %	-1,100
			TJ 010 W		256		256
			TJ 010 E	1,500	1141	76 %	-359
	21	21 2	TJ 003 E	750	0	0 %	-750
			TJ 003 W	1,200	681	57 %	-519
			TJ 011 E	1,250	1694	136 %	444
			TJ 011 W	300	0	0 %	-300
		21 1	TJ 010 E	50	610	1219 %	560
			TJ 010 W	1,050	1263	120 %	213
		21	TJ 375	1,000	1482	148 %	482
TotalTAJOS				11,450	10,249	90 %	-1,201
A P O R T E D E A V A N C E S	22	22	Est001NW	0	74		74
			Est002 NW	0	32		32
			Est003 NW	0	33		33
			Est004 NW	0	159		159
			GL 745	0	2031		2,031
TotalAVANCES				0	2,328		2,328
Totalgeneral				11,450	12,577	110 %	1,127

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, En el mes de noviembre se programó el aporte de 11,450 TMS, de las cuales fueron ejecutadas 10,249 TMS en TAJOS, teniendo un cumplimiento del 90%. El aporte de AVANCES fue de 2,328 TMS con lo cual se alcanza el 110% del tonelaje programado (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Imagen 046. Cumplimiento de tonelaje por tajo – zona Oroya



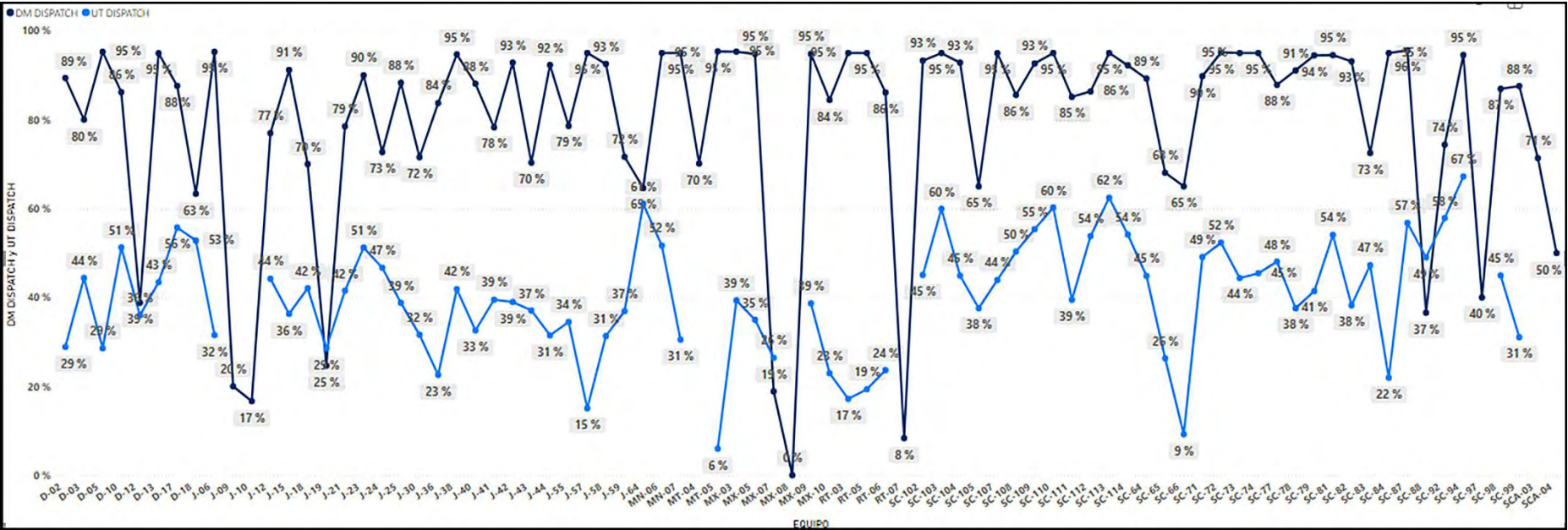
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Verificación del cumplimiento por tajo, describe las deficiencias en el proceso operativo.

- TJ 003 NV 19B, Se paralizaron paneles 14, 15 y 10 por condición geomecánica, se produjo realce. Al no minarse todo el tramo programado en los paneles, no se alcanzó producción. TMS Programado: 1800 TON; TMS Programado: 871 TON.
- TJ 003 NV 20B, Zona de realce en el TJ 003 del Nv. 20 B, por ello se está minando por el NV. 20 C. TMS Programado: 1100 TON; TMS Programado: 0 TON.

(Superintendencia de Planeamiento, 2024)

Anexo 016. Disponibilidad vs Utilización de los equipos de la zona de vetas y cuerpos.

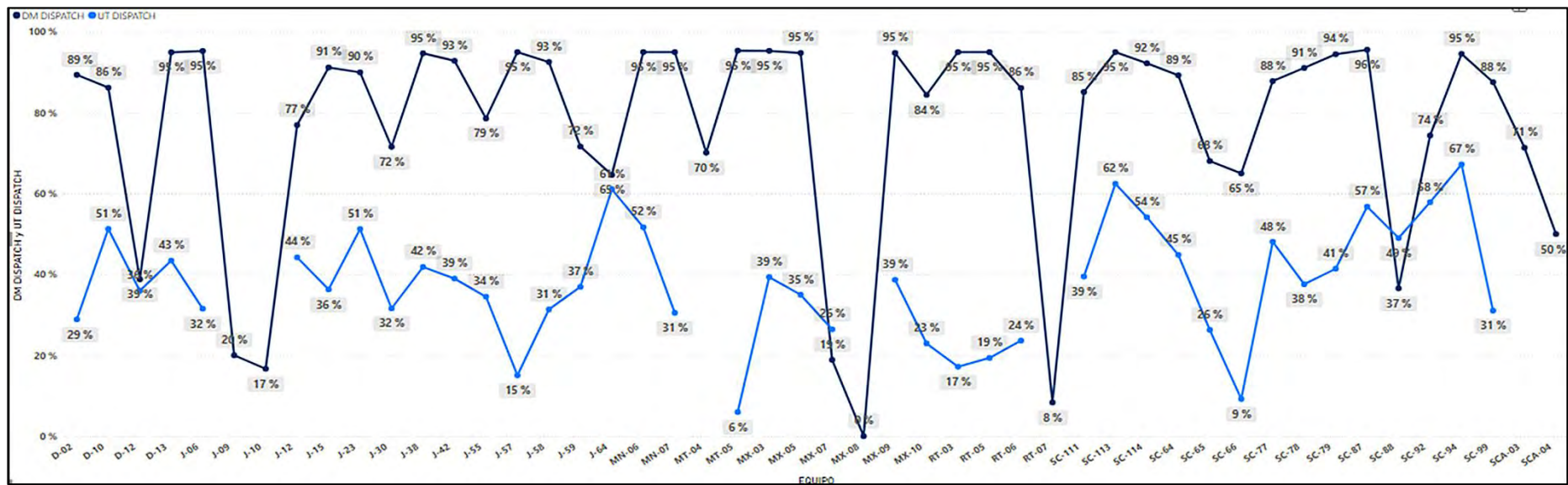


Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Disponibilidad vs Utilización de los equipos de la Zona de Vetas y Cuerpos presentada en reporte gerencial (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

FLOTA	
☐	Seleccionar todo
☐	AUXILIARES
☐	DUMPER 2010
☐	DUMPER EJC-417
☐	EMPERNADOR
☐	FRONTONERO
☐	LH202 TORO
☐	R1300
☐	R1600
☐	SCOOP ELECTRICOS
☐	SIMBAS
☐	SOSTENIMIENTO
☐	SOSTENIMIENTO++

Anexo 017. Disponibilidad vs utilización de los equipos de la zona de cuerpos.

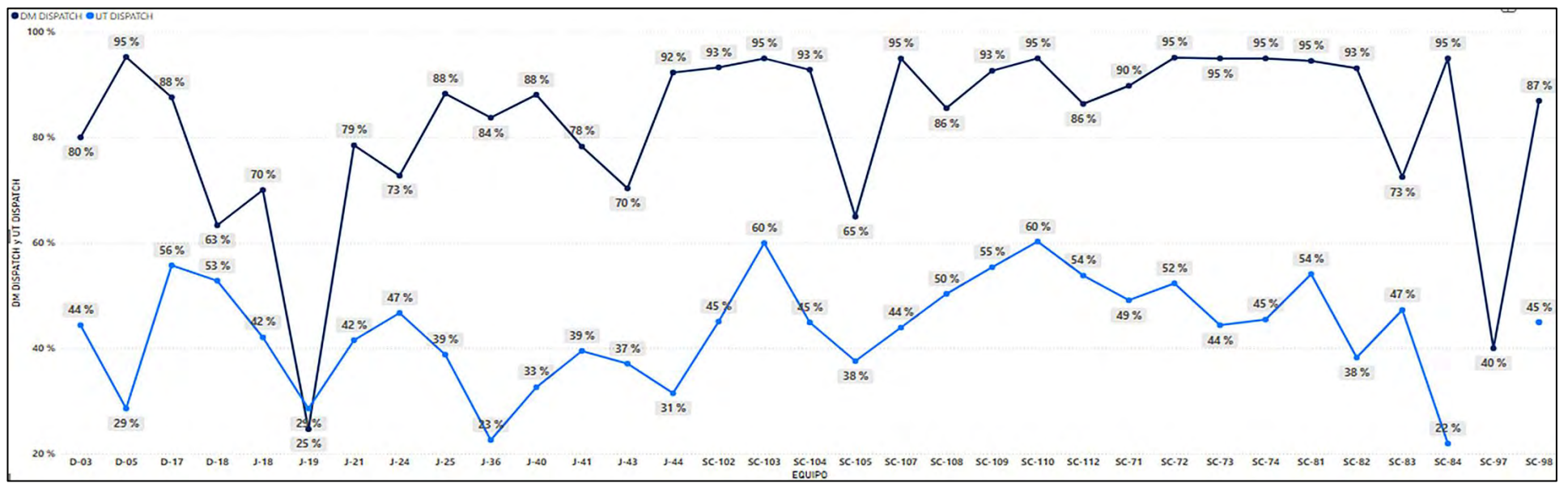


- FLOTA
- Seleccionar todo
 - AUXILIARES
 - DUMPER 2010
 - DUMPER EJC-417
 - EMPERNADOR
 - FRONTONERO
 - LH202 TORO
 - R1300
 - R1600
 - SCOOP ELECTRICOS
 - SIMBAS
 - SOSTENIMIENTO
 - SOSTENIMIENTO++

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Disponibilidad vs Utilización de los equipos de la Zona de Vetas y Cuerpos presentada en reporte gerencial (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Anexo 018. Disponibilidad vs utilización de los equipos de la zona de Vetos.

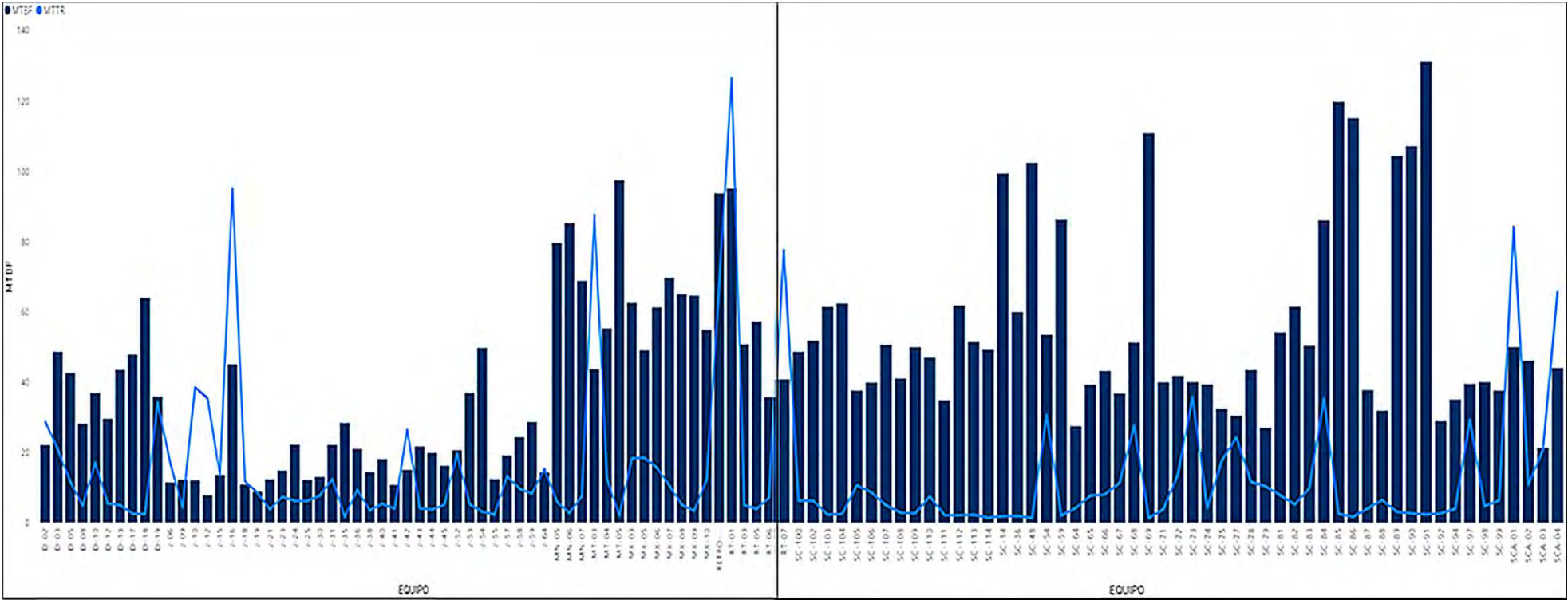


Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

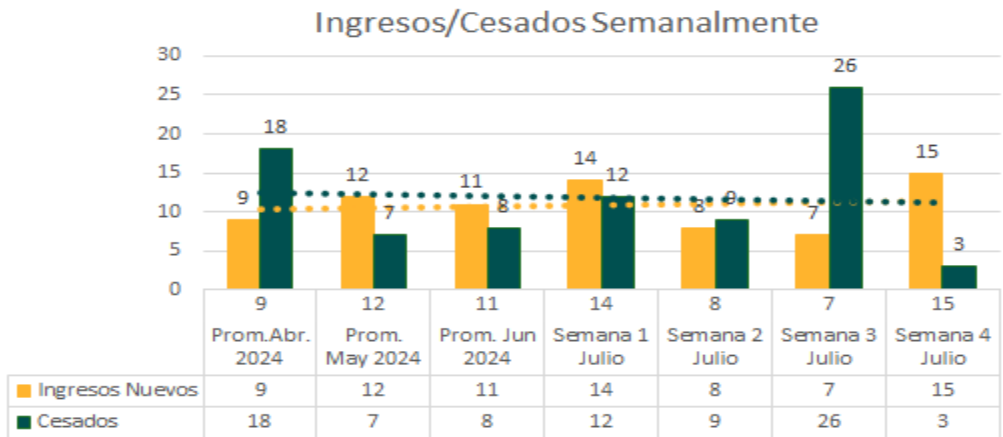
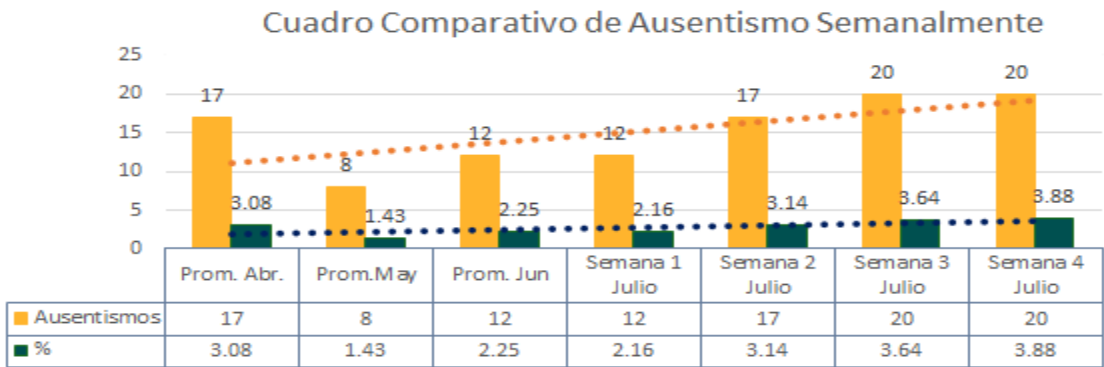
Nota, Disponibilidad vs Utilización de los equipos de la Zona de Vetos y Cuerpos presentada en reporte gerencial (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

FLOTA	
☒	Seleccionar todo
☒	AUXILIARES
☒	DUMPER 2010
☒	DUMPER EJC-417
☒	EMPERNADOR
☒	FRONTONERO
☒	LH202 TORO
☒	R1300
☒	R1600
☒	SCOOP ELECTRICOS
☒	SIMBAS
☒	SOSTENIMIENTO
☒	SOSTENIMIENTO++

Anexo 019. MTTR (tiempo medio reparación) y MTBF (tiempo medio entre fallas) de la zona de cuerpos y vetas



Anexo 020. Ausentismo de personal – nuevos ingresos



Fuente: Superintendencia de Recursos Humanos (2024)

Nota, Presentación de informe a la Gerencia General de la rotación de personal (Superintendencia de Planeamiento, 2024).

Anexo 021. Budget de producción total – 2024.

Con Depreciaciones y Amortizaciones	PPTO 2024	PRESUPUESTO 2024											
		Ene-24	Feb-24	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24
RESUMEN COSTOS AMERICANA													
MINERAL TRATADO (t)	1,830,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000
COSTOS AMERICANA (\$)	89,424,645	7,541,771	7,344,400	7,489,859	7,836,835	7,552,281	7,413,161	7,414,206	7,486,993	7,342,768	7,322,764	7,402,866	7,276,742
CASH COST AMERICANA (\$/t)	48.9	50.3	49.0	49.9	52.2	50.3	49.4	47.8	48.3	47.4	47.2	47.8	46.9
RESUMEN COSTOS MINA													
MINERAL EXTRAIDO (t)	1,890,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
COSTOS MINA (\$)	73,809,572	6,233,965	6,122,157	6,139,905	6,567,676	6,212,224	6,148,874	6,084,464	6,181,498	6,045,526	6,043,058	6,066,683	5,963,544
MANO DE OBRA	3,483,275	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273
SUMINISTROS	6,851,779	672,291	628,161	590,138	564,746	568,966	535,708	600,250	539,583	558,705	532,887	534,866	525,480
TERCEROS	57,235,156	4,813,988	4,689,711	4,776,110	5,184,550	4,855,053	4,790,425	4,678,416	4,795,725	4,680,840	4,666,195	4,712,499	4,591,643
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN													
SEGUROS	469,243	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104
ENERGIA	4,725,000	387,500	387,500	387,500	387,500	387,500	387,500	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
OTROS (Enagenación, regalías y otros)	1,045,119	30,809	87,408	56,779	101,503	71,329	105,865	76,422	116,813	76,604	114,600	89,941	117,045
CASH COST MINA (\$/t)	39.1	40.2	39.5	39.6	42.4	40.1	39.7	38.0	38.6	37.8	37.8	37.9	37.3
MANO DE OBRA	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

<i>Con Depreciaciones y Amortizaciones</i>	PPTO 2024	PRESUPUESTO 2024											
		Ene-24	Feb-24	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24
SUMINISTROS	3.6	4.3	4.1	3.8	3.6	3.7	3.5	3.8	3.4	3.5	3.3	3.3	3.3
TERCEROS	30.3	31.1	30.3	30.8	33.4	31.3	30.9	29.2	30.0	29.3	29.2	29.5	28.7
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SEGUROS	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ENERGIA	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
OTROS	0.6	0.2	0.6	0.4	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.6	0.7

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Programa de producción de la Unidad Americana de la mina Alpayana S.A. (Americana, 2024).

Anexo 022. Costo de producción total - real.

Con Depreciaciones y Amortizaciones	COSTOS AMERICANA 2024											
	Ene-24	Feb-24	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24
RESUMEN COSTOS AMERICANA												
MINERAL TRATADO (t)	141,591	138,225	128,665	144,551	136,394	142,001	138,225	129,005	144,969	136,494	128,665	144,969
COSTOS AMERICANA (\$)	9,462,353	9,386,011	9,935,870	9,775,366	9,963,596	9,333,358	9,703,862	10,005,973	9,789,437	9,955,395	10,032,470	9,723,665
CASH COST AMERICANA (\$/t)	66.8	67.9	77.2	67.6	73.0	65.7	70.2	77.6	67.5	72.9	78.0	67.1
	8,762,727											
RESUMEN COSTOS MINA												
MINERAL EXTRAIDO (t)	149,043	145,500	135,437	152,159	143,573	149,043	145,500	135,437	152,159	143,573	135,437	152,159
COSTOS MINA (\$)	7,906,139	7,882,181	8,532,299	8,101,770	8,346,339	7,780,143	8,188,181	8,533,402	8,105,770	8,335,839	8,554,300	8,091,770
MANO DE OBRA	294,597	349,543	266,831	341,418	382,751	290,601	345,543	266,931	340,418	381,951	276,832	311,418
SUMINISTROS	412,949	390,799	446,013	415,502	386,404	390,949	400,799	446,016	425,502	385,904	456,013	415,502
TERCEROS	4,171,396	4,224,988	4,607,069	4,555,611	4,470,107	4,071,396	4,524,988	4,608,069	4,550,611	4,460,907	4,609,069	4,575,611
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	2,546,439	2,562,846	2,565,922	2,563,136	2,565,822	2,546,439	2,562,846	2,565,922	2,563,136	2,565,822	2,565,922	2,563,136
SEGUROS	-	-	96,859	-	61,359	-	-	96,859	-	61,359	96,859	-
ENERGIA	347,552	353,422	405,566	363,596	385,664	347,552	353,422	405,566	363,596	385,664	405,566	363,596
OTROS (Enagenación, regalías y otros)	133,206	583	144,040	137,493	94,232	133,206	583	144,040	137,493	94,232	144,040	137,493
CASH COST MINA (\$/t)	53.0	54.2	63.0	53.2	58.1	52.2	56.3	63.0	53.3	58.1	63.2	53.2

<i>Con Depreciaciones y Amortizaciones</i>	COSTOS AMERICANA 2024											
	Ene-24	Feb-24	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24
MANO DE OBRA	2.0	2.4	2.0	2.2	2.7	1.9	2.4	2.0	2.2	2.7	2.0	2.0
SUMINISTROS	2.8	2.7	3.3	2.7	2.7	2.6	2.8	3.3	2.8	2.7	3.4	2.7
TERCEROS	28.0	29.0	34.0	29.9	31.1	27.3	31.1	34.0	29.9	31.1	34.0	30.1
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	17.1	17.6	18.9	16.8	17.9	17.1	17.6	18.9	16.8	17.9	18.9	16.8
SEGUROS	-	-	0.7	-	0.4	-	-	0.7	-	0.4	0.7	-
ENERGIA	2.3	2.4	3.0	2.4	2.7	2.3	2.4	3.0	2.4	2.7	3.0	2.4
OTROS	0.9	0.0	1.1	0.9	0.7	0.9	0.0	1.1	0.9	0.7	1.1	0.9

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Notas, Programa de producción real de enero a diciembre de la Unidad Americana de la mina Apayana S.A. (Americana, 2024).

Anexo 023. Costos totales presupuestados vs real

Con Depreciaciones y Amortizaciones	Acumulado a Dic-24			
	PPTO	REAL	Dif.	
RESUMEN COSTOS AMERICANA				
MINERAL TRATADO (t)	1,830,000	1,653,755.15	-	176,245
COSTOS AMERICANA (\$)	89,424,645	117,067,355		27,642,710
CASH COST AMERICANA (\$/t)	48.9	63.5		14.6
RESUMEN COSTOS MINA				
MINERAL EXTRAIDO (t)	1,890,000	1,739,020	-	150,980
COSTOS MINA (\$)	73,809,572	98,358,133		24,548,561
MANO DE OBRA	3,483,275	3,848,836		365,561
SUMINISTROS	6,851,779	4,972,349	-	1,879,430
TERCEROS	57,235,156	53,429,823	-	3,805,333
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	-	30,737,387		30,737,387
SEGUROS	469,243	413,296	-	55,947

<i>Con Depreciaciones y Amortizaciones</i>	Acumulado a Dic-24			
	PPTO	REAL		Dif.
ENERGIA	4,725,000	4,480,759	-	244,241
OTROS (Enagenación, regalías y otros)	1,045,119	475,683	-	569,436
CASH COST MINA (\$/t)	39.1	56.6		17.5
MANO DE OBRA	1.8	2.2		0.4
SUMINISTROS	3.6	2.9	-	0.8
TERCEROS	30.3	30.7		0.4
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	-	17.7		17.7
SEGUROS	0.2	0.2	-	0.0
ENERGIA	2.5	2.6		0.1
OTROS	0.6	0.3	-	0.3

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Diferencia entre el presupuesto y real del programa de producción de la Unidad Americana de la Mina Alpayana S.A. (Americana, 2024).

Anexo 024. Reporte de costos de operación presupuestado.

		TOTAL PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO
		AÑO 2024	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
EXTRACCIÓN - CUERPOS	t	1,530,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000	130,000	130,000	130,000	130,000	130,000	130,000
EXTRACCIÓN - VETAS	t	360,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
TOTAL EXTRACCIÓN	t	1,890,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
TOTAL TRATAMIENTO	t	1,830,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO TOTAL MINA	\$	73,809,572	6,233,965	6,122,157	6,139,905	6,567,676	6,212,224	6,148,874	6,084,464	6,181,498	6,045,526	6,043,058	6,066,683	5,963,544
TERCEROS MINA	\$	39,621,033	3,284,860	3,284,860	3,284,860	3,284,860	3,284,860	3,284,860	3,318,646	3,318,646	3,318,646	3,318,646	3,318,646	3,318,646
EXPLOTACION	\$	14,501,764	1,205,535	1,205,535	1,205,535	1,205,535	1,205,535	1,205,535	1,211,426	1,211,426	1,211,426	1,211,426	1,211,426	1,211,426
SERVICIOS AUXILIARES	\$	8,821,349	727,533	727,533	727,533	727,533	727,533	727,533	742,692	742,692	742,692	742,692	742,692	742,692
SOSTENIMIENTO	\$	3,083,892	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991	256,991
TRANSPORTE SUPERFICIE	\$	4,479,300	367,350	367,350	367,350	367,350	367,350	367,350	379,200	379,200	379,200	379,200	379,200	379,200
RELLENO	\$	4,168,626	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385	347,385
TALADROS LARGOS	\$	4,051,157	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596	337,596
SERVICIOS DE EQUIPOS A TERCEROS	\$	334,945	27,469	27,469	27,469	27,469	27,469	27,469	28,355	28,355	28,355	28,355	28,355	28,355

		TOTAL PPTO												
		AÑO 2024	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PROVISIÓN	\$	180,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
SUMINISTROS MINA	\$	2,981,893	244,547	244,547	244,547	244,547	244,547	244,547	252,435	252,435	252,435	252,435	252,435	252,435
EXPLOSIVOS	\$	2,063,791	169,253	169,253	169,253	169,253	169,253	169,253	174,712	174,712	174,712	174,712	174,712	174,712
ACCESORIOS DE EXPLOSIVOS	\$	295,397	24,226	24,226	24,226	24,226	24,226	24,226	25,007	25,007	25,007	25,007	25,007	25,007
SOSTENIMIENTO	\$	162,323	13,312	13,312	13,312	13,312	13,312	13,312	13,742	13,742	13,742	13,742	13,742	13,742
COBERTURAS	\$	53,537	4,391	4,391	4,391	4,391	4,391	4,391	4,532	4,532	4,532	4,532	4,532	4,532
TUBERIAS	\$	79,167	6,493	6,493	6,493	6,493	6,493	6,493	6,702	6,702	6,702	6,702	6,702	6,702
OTROS MATERIALES	\$	327,678	26,873	26,873	26,873	26,873	26,873	26,873	27,740	27,740	27,740	27,740	27,740	27,740
COSTOS INDIRECTOS MINA	\$	31,206,646	2,704,559	2,592,750	2,610,498	3,038,269	2,682,817	2,619,467	2,513,383	2,610,417	2,474,444	2,471,977	2,495,601	2,392,463
MANO DE OBRA	\$	3,483,275	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273	290,273
SUMINISTROS ÁREAS	\$	3,869,886	427,745	383,614	345,591	320,199	324,419	291,161	347,814	287,148	306,269	280,451	282,431	273,044
TERCEROS ÁREAS	\$	17,614,123	1,529,129	1,404,852	1,491,251	1,899,691	1,570,193	1,505,565	1,359,770	1,477,079	1,362,194	1,347,550	1,393,854	1,272,997
SEGUROS	\$	469,243	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104	39,104
ENERGIA	\$	4,725,000	387,500	387,500	387,500	387,500	387,500	387,500	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
OTROS	\$	1,045,119	30,809	87,408	56,779	101,503	71,329	105,865	76,422	116,813	76,604	114,600	89,941	117,045

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 025. Reporte de costos de producción - Real.

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
EXTRACCIÓN - CUERPOS	t	120,838	116,547	106,469	120,827	113,444	120,838	116,547	106,469	120,827	113,444	106,469	120,827	1,530,000	1,383,547	-146,453
EXTRACCIÓN - VETAS	t	28,205	28,953	28,968	31,332	30,129	28,205	28,953	28,968	31,332	30,129	28,968	31,332	360,000	355,474	-4,526
TOTAL EXTRACCIÓN	t	149,043	145,500	135,437	152,159	143,573	149,043	145,500	135,437	152,159	143,573	135,437	152,159	1,890,000	1,739,020	-150,980
TOTAL TRATAMIENTO	t	141,591	138,225	128,665	144,551	136,394	142,001	138,225	129,005	144,969	136,494	128,665	144,969	1,830,000	1,653,755	-176,245
		62,748	67,571	63,408	76,859	83,206	62,748	67,571	63,408	76,859	83,206	63,408	76,859			
COSTO TOTAL MINA	\$	7,906,139	7,882,181	8,532,299	8,101,770	8,346,339	7,780,143	8,188,181	8,533,402	8,105,770	8,335,839	8,554,300	8,091,770	73,809,572	98,358,133	24,548,561
TERCEROS MINA	\$	2,821,915	2,655,665	2,963,313	2,789,285	3,041,117	2,821,915	2,655,665	2,794,230	2,915,933	2,957,569	2,794,230	2,915,933	39,621,033	34,126,766	-5,494,266
EXPLOTACIÓN	\$	979,940	821,864	1,076,117	1,035,285	1,039,262	979,940	821,864	1,076,117	1,035,285	1,039,262	1,076,117	1,035,285	14,501,764	12,016,339	-2,485,425
SERVICIOS AUXILIARES	\$	529,274	537,925	530,563	567,105	553,566	529,274	537,925	530,563	567,105	553,566	530,563	567,105	8,821,349	6,534,531	-2,286,818
SOSTENIMIENTO	\$	413,325	405,412	331,872	409,262	470,567	413,325	405,412	331,872	409,262	470,567	331,872	409,262	3,083,892	4,802,011	1,718,119

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
TRANSPORTE	\$	353,232	344,836	320,983	360,617	340,270	353,232	344,836	320,983	360,617	340,270	320,983	360,617	4,479,300	4,121,476	-357,824
SUPERFICIE																
RELLENO	\$	222,539	278,198	245,929	225,751	278,929	222,539	278,198	245,929	225,751	278,929	245,929	225,751	4,168,626	2,974,371	-1,194,255
TALADROS LARGOS	\$	260,856	199,860	225,357	240,656	191,770	260,856	199,860	225,357	240,656	191,770	225,357	240,656	4,051,157	2,703,011	-1,348,145
SERVICIOS DE EQUIPOS A TERCEROS	\$	62,748	67,571	63,408	77,257	83,206	62,748	67,571	63,408	77,257	83,206	63,408	77,257	334,945	849,044	514,098
PROVISIÓN	\$	-	-	169,083	-126,648	83,547	-	-	-	-	-	-	-	180,000	125,983	-54,017
SUMINISTROS MINA	\$	283,136	256,284	236,953	271,878	303,172	283,136	256,284	236,953	271,878	303,172	236,953	271,878	2,981,893	3,211,679	229,786
EXPLOSIVOS	\$	197,168	212,950	190,231	203,041	218,031	197,168	212,950	190,231	203,041	218,031	190,231	203,041	2,063,791	2,436,115	372,324
ACCESORIOS DE EXPLOSIVOS	\$	31,671	30,987	29,463	29,369	31,520	31,671	30,987	29,463	29,369	31,520	29,463	29,369	295,397	364,849	69,452
SOSTENIMIENTO	\$	18,020	5,594	6,500	-	24,217	18,020	5,594	6,500	-	24,217	6,500	-	162,323	115,163	-47,160
COBERTURAS	\$	4,178	2,089	4,351	-	5,916	4,178	2,089	4,351	-	5,916	4,351	-	53,537	37,421	-16,116
TUBERIAS OTROS MATERIALES	\$	-	-	1,880	2,371	7,177	-	-	1,880	2,371	7,177	1,880	2,371	79,167	27,108	-52,059
	\$	32,099	4,665	4,528	37,096	16,311	32,099	4,665	4,528	37,096	16,311	4,528	37,096	327,678	231,023	-96,655

		REAL												PPTO			REAL	Variació n
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24				
COSTOS INDIRECTO S MINA	\$	4,801,087	4,970,232	5,332,033	5,040,608	5,002,050	4,675,091	5,276,232	5,502,219	4,917,960	5,075,097	5,523,117	4,903,960	31,206,646	61,019,687	29,813,042		
MANO DE OBRA	\$	294,597	349,543	266,831	341,418	382,751	290,601	345,543	266,931	340,418	381,951	276,832	311,418	3,483,275	3,848,836	365,561		
SUMINISTRO S ÁREAS	\$	129,758	134,515	209,059	143,624	83,231	129,758	134,515	209,059	143,624	83,231	209,059	143,624	3,869,886	1,753,059	2,116,827		
TERCEROS ÁREAS	\$	1,349,481	1,569,324	1,643,756	1,765,928	1,434,673	1,349,481	1,569,324	1,643,756	1,765,928	1,434,673	1,643,756	1,765,928	17,614,123	18,936,010	1,321,887		
SEGUROS	\$	-	-	96,859	-	61,359	-	-	96,859	-	61,359	96,859	-	469,243	413,296	55,947		
ENERGIA	\$	347,552	353,422	405,566	363,596	385,664	347,552	353,422	405,566	363,596	385,664	405,566	363,596	4,725,000	4,480,759	244,241		
OTROS	\$	2,679,699	2,563,429	2,709,961	2,426,042	2,654,371	2,557,699	2,873,429	2,880,047	2,304,394	2,728,219	2,891,044	2,319,394	1,045,119	31,587,728	30,542,610		

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 026. *Resumen de costos y avances de las labores de preparación, desarrollo y exploración.*

Item	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	2024
Avances	ml	2,091	1,943	1,930	2,117	1,893	2,091	1,943	1,930	2,117	1,893	1,930	2,117	23,996
Preparación	ml	1,525	1,579	1,624	1,690	1,421	1,525	1,579	1,624	1,690	1,421	1,624	1,690	18,991
Desarrollo	ml	56	78	40	107	65	56	78	40	107	65	40	107	840
Exploración	ml	510	286	266	320	407	510	286	266	320	407	266	320	4,165
Costo Avances	\$	2,287,435	2,008,470	2,177,066	2,125,754	1,901,448	2,287,435	2,008,470	2,177,066	2,125,754	1,901,448	2,177,066	2,125,754	25,303,169
Preparación	\$	1,699,945	1,627,580	1,874,780	1,767,989	1,510,326	1,699,945	1,627,580	1,874,780	1,767,989	1,510,326	1,874,780	1,767,989	20,604,008
Desarrollo	\$	120,354	86,556	46,307	123,161	50,885	120,354	86,556	46,307	123,161	50,885	46,307	123,161	1,023,994
Exploración	\$	467,136	294,334	255,979	234,605	340,237	467,136	294,334	255,979	234,605	340,237	255,979	234,605	3,675,166
Precio Unitario	\$/ml	1,094	1,034	1,128	1,004	1,004	1,094	1,034	1,128	1,004	1,004	1,128	1,004	1,054
Preparación	\$/ml	1,115	1,031	1,154	1,046	1,063	1,115	1,031	1,154	1,046	1,063	1,154	1,046	1,085
Desarrollo	\$/ml	2,134	1,110	1,158	1,151	783	2,134	1,110	1,158	1,151	783	1,158	1,151	1,219
Exploración	\$/ml	915	1,029	962	733	836	915	1,029	962	733	836	962	733	882
Avances	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Preparación	%	73%	81%	84%	80%	75%	73%	81%	84%	80%	75%	84%	80%	79%
Desarrollo	%	3%	4%	2%	5%	3%	3%	4%	2%	5%	3%	2%	5%	3%
Exploración	%	24%	15%	14%	15%	22%	24%	15%	14%	15%	22%	14%	15%	17%

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 027. *Reporte de costos y avances a diciembre 2024 - presupuesto.*

		PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO
		2024	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Avances	m	15,552	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296	1,296
Cuerpos	l													
Avances	m													
Vetas	l	17,928	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494
Total	m													
Avances	l	33,480	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790	2,790
Total Costos	\$	34,972,387	2,937,140	2,848,936	2,915,265	2,915,370	2,915,270	2,915,387	2,915,362	2,921,994	2,922,029	2,921,925	2,921,858	2,921,851
Terceros	\$	30,791,677	2,588,868	2,500,668	2,566,944	2,566,944	2,566,944	2,566,944	2,566,944	2,573,484	2,573,484	2,573,484	2,573,484	2,573,484
AVANCES	\$	15,955,791	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	15,955,791	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649	1,329,649
SOSTENIMIENTO	\$	12,671,111	1,053,201	1,053,201	1,053,201	1,053,201	1,053,201	1,053,201	1,053,201	1,059,741	1,059,741	1,059,741	1,059,741	1,059,741
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	12,311,111	1,023,201	1,023,201	1,023,201	1,023,201	1,023,201	1,023,201	1,023,201	1,029,741	1,029,741	1,029,741	1,029,741	1,029,741
MADERAM EN	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MALLA ELECTROS OLDADA	\$	801,306	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776	66,776
PERNOS	\$	3,849,926	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827	320,827

	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO
	2024	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
SHOTCRET E VÍA SECA	\$ -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SHOTCRET E VÍA HÚMEDA	\$ 7,659,880	635,599	635,599	635,599	635,599	635,599	635,599	635,599	642,138	642,138	642,138	642,138	642,138
MORTERO	\$ -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ISAMIN INGENIEROS	\$ 360,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
SHOTCRET E VÍA SECA	\$ 240,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
OTROS	\$ 120,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
SERVICIOS AUXILIARES	\$ 878,549	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212
GESTION MINERA INTEGRAL	\$ 878,549	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212	73,212
DESQUINCHE	\$ 537,409	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784	44,784
PERFORACION TL SERVICIO	\$ 341,140	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428	28,428
ISAMIN INGENIEROS	\$ 60,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000

		PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	
		2024	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
TAREAS A CTA. DE ADMINIST RACION	\$	60,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
PERFORA CIÓN RB/SLOT/V CR	\$	1,286,226	132,806	44,606	110,882	110,882	110,882	110,882	110,882	110,882	110,882	110,882	110,882	110,882
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	535,266	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606
SLOT/VCR	\$	535,266	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606	44,606
SOLUmaq RAISE BORING	\$	750,960	88,200	-	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276
PERFORAC IÓN RAISE BORING (1.5m)	\$	750,960	88,200	-	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276	66,276
Materiales Avances	\$	4,180,710	348,272	348,268	348,321	348,425	348,325	348,443	348,418	348,510	348,545	348,441	348,374	348,367
EXPLOSIV OS	\$	2,876,912	239,745	239,759	239,726	239,718	239,735	239,762	239,750	239,728	239,748	239,741	239,759	239,740
ACCESORI OS DE EXPLOSIV OS	\$	509,440	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453	42,453

		PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	
		2024	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
SOSTENIMI ENTO	\$	400,000	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333
AGREGAD OS PARA SOSTENIMI ENTO	\$	34,357	2,740	2,722	2,808	2,921	2,803	2,894	2,881	2,995	3,011	2,914	2,828	2,840
FIERRO, ANGULOS, PERFILES, CANALES	\$	120,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
OTROS MATERIAL ES	\$	240,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 028. *Reporte de costos y avances a diciembre 2024 - real.*

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
Avances	m															-
Cuerpos	l	921	801	744	831	827	921	801	744	831	827	744	831	15,552	9,822	5,730
Avances	m															-
Vetas	l	1,171	1,142	1,186	1,286	1,066	1,171	1,142	1,186	1,286	1,066	1,186	1,286	17,928	14,173	3,755
Total	m															-
Avances	l	2,091	1,943	1,930	2,117	1,893	2,091	1,943	1,930	2,117	1,893	1,930	2,117	33,480	23,996	9,485
		2,259	2,098	2,084												
Total																-
Costos	\$	2,287,435	2,008,470	2,177,066	2,125,754	1,902,152	2,287,435	2,008,470	2,177,066	2,125,754	1,901,242	2,177,066	2,125,754	34,972,387	25,303,666	9,668,721
Avances																
Terceros																-
Avances	\$	2,045,598	1,789,221	1,852,294	1,811,523	1,633,665	2,045,598	1,789,221	1,852,294	1,811,523	1,632,755	1,852,294	1,811,523	30,791,677	21,927,509	8,864,167
																-
AVANCES	\$	935,240	869,233	864,499	950,780	851,744	935,240	869,233	864,499	950,780	851,744	864,499	950,780	15,955,791	10,758,272	5,197,520
																-
GESTION																-
MINERA																-
INTEGRA	\$	935,240	869,233	864,499	950,780	851,744	935,240	869,233	864,499	950,780	851,744	864,499	950,780	15,955,791	10,758,272	5,197,520
L																
																-
SOSTENI																-
MIENTO	\$	941,263	844,017	879,332	772,105	700,096	941,263	844,017	879,332	772,105	699,186	879,332	772,105	12,671,111	9,924,154	2,746,958
																-
GESTION																-
MINERA																-
INTEGRA	\$													12,311,111	9,748,135	2,562,976
L		934,142	832,972	862,223	749,953	688,689	934,142	832,972	862,223	749,953	688,689	862,223	749,953			
																-
MADERA																-
MEN	\$	17,728	5,283	15,791	22,864	2,801	17,728	5,283	15,791	22,864	2,801	15,791	22,864	-	167,588	167,588
																-
MALLA	\$	96,069	70,777	91,818	72,781	68,590	96,069	70,777	91,818	72,781	68,590	91,818	72,781	801,306	964,669	163,363

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
ELECTRO SOLDADA																-
PERNOS	\$	292,126	248,010	305,162	266,755	256,714	292,126	248,010	305,162	266,755	256,714	305,162	266,755	3,849,926	3,309,449	540,477
SHOTCRETE VÍA SECA	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SHOTCRETE VÍA HÚMEDA	\$	528,219	507,152	449,453	385,741	351,557	528,219	507,152	449,453	385,741	351,557	449,453	385,741	7,659,880	5,279,439	2,380,441
MORTERO	\$	-	1,750	-	1,812	9,028	-	1,750	-	1,812	9,028	-	1,812			
ISAMIN INGENIEROS	\$	7,121	11,045	17,109	22,152	11,407	7,121	11,045	17,109	22,152	10,497	17,109	22,152	360,000	176,018	183,982
SHOTCRETE VÍA SECA	\$	7,121	11,045	17,109	22,152	10,497	7,121	11,045	17,109	22,152	10,497	17,109	22,152	240,000	175,108	64,892
OTROS	\$	-	-	-	-	910	-	-	-	-	-	-	-	120,000	910	119,090
SERVICIOS AUXILIARES	\$	79,010	66,014	88,519	88,638	74,853	79,010	66,014	88,519	88,638	74,853	88,519	88,638	878,549	971,225	92,677
GESTION MINERAL INTEGRAL	\$	77,214	64,274	85,564	85,238	73,125	77,214	64,274	85,564	85,238	73,125	85,564	85,238	878,549	941,633	63,085
DESQUINCHE	\$	45,185	22,061	41,496	40,446	35,717	45,185	22,061	41,496	40,446	35,717	41,496	40,446	537,409	451,752	85,657

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
PERFORACION TL SERVICIO	\$	32,029	42,213	44,068	44,793	37,408	32,029	42,213	44,068	44,793	37,408	44,068	44,793	341,140	489,881	148,741
ISAMIN INGENIEROS	\$	1,797	1,740	2,955	3,399	1,728	1,797	1,740	2,955	3,399	1,728	2,955	3,399	60,000	29,592	- 30,408
TAREAS A CTA. DE ADMINIS TRACION	\$	1,797	1,740	2,955	3,399	1,728	1,797	1,740	2,955	3,399	1,728	2,955	3,399	60,000	29,592	- 30,408
PERFORACIÓN RB/SLOT/ VCR	\$	90,084	9,957	19,945	-	6,972	90,084	9,957	19,945	-	6,972	19,945	-	1,286,226	273,859	- 1,012,367
GESTION MINERA INTEGRA L	\$	3,786	9,957	19,945	-	6,972	3,786	9,957	19,945	-	6,972	19,945	-	535,266	101,263	- 434,003
SLOT/VCR	\$	3,786	9,957	19,945	-	6,972	3,786	9,957	19,945	-	6,972	19,945	-	535,266	101,263	- 434,003
SOLUMA Q RAISE BORING	\$	86,298	-	-	-	-	86,298	-	-	-	-	-	-	750,960	172,596	- 578,364
PERFORACIÓN RAISE BORING (1.5m)	\$	86,298	-	-	-	-	86,298	-	-	-	-	-	-	750,960	172,596	- 578,364
Materiales Avances	\$	241,837	219,249	324,772	314,232	268,487	241,837	219,249	324,772	314,232	268,487	324,772	314,232	4,180,710	3,376,156	- 804,554

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
EXPLOSIVOS	\$	161,485	148,271	202,128	178,237	186,282	161,485	148,271	202,128	178,237	186,282	202,128	178,237	2,876,912	2,133,171	-743,742
ACCESORIOS DE EXPLOSIVOS	\$	30,816	28,272	36,906	34,384	34,881	30,816	28,272	36,906	34,384	34,881	36,906	34,384	509,440	401,809	-107,632
SOSTENIMIENTO	\$	25,786	18,534	40,522	28,843	8,268	25,786	18,534	40,522	28,843	8,268	40,522	28,843	400,000	313,269	-86,731
AGREGADOS PARA SOSTENIMIENTO FIERRO, ANGULOS	\$	1,476	3,330	4,322	3,265	2,150	1,476	3,330	4,322	3,265	2,150	4,322	3,265	34,357	36,675	-2,318
PERFILES, CANALES OTROS MATERIALES	\$	7,386	3,324	23,678	15,459	-	7,386	3,324	23,678	15,459	-	23,678	15,459	120,000	138,833	-18,833
	\$	14,889	17,517	17,216	54,043	36,906	14,889	17,517	17,216	54,043	36,906	17,216	54,043	240,000	352,400	-112,400

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 029. Labores de preparación – presupuesto.

		PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Avances Cuerpos	m l	817	817	817	817	817	817	817	817	817	817	817	817
Avances Vetas	m l	1,103	1,103	1,130	1,130	1,130	1,058	1,058	1,076	1,166	1,287	1,287	1,287
Total Avances	m l	1,920	1,920	1,947	1,947	1,947	1,875	1,875	1,893	1,983	2,104	2,104	2,104
		69%	69%	70%	70%	70%	67%	67%	68%	71%	75%	75%	75%
Total Costos Avances	\$	2,020,942	2,020,939	2,049,400	2,049,473	2,049,403	1,973,684	1,973,667	1,997,116	2,092,106	2,220,232	2,220,181	2,220,176
Terceros Avances	\$	1,781,308	1,781,308	1,806,362	1,806,362	1,806,362	1,739,552	1,739,552	1,760,691	1,844,414	1,957,440	1,957,440	1,957,440
AVANCES	\$	914,884	914,884	927,752	927,752	927,752	893,439	893,439	902,017	944,909	1,002,813	1,002,813	1,002,813
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	914,884	914,884	927,752	927,752	927,752	893,439	893,439	902,017	944,909	1,002,813	1,002,813	1,002,813
SOSTENIMIENTO	\$	724,670	724,670	734,863	734,863	734,863	707,683	707,683	718,914	753,100	799,250	799,250	799,250
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	704,028	704,028	713,930	713,930	713,930	687,525	687,525	698,563	731,780	776,624	776,624	776,624
ISAMIN INGENIEROS	\$	20,642	20,642	20,932	20,932	20,932	20,158	20,158	20,352	21,319	22,626	22,626	22,626
SERVICIOS AUXILIARES	\$	50,375	50,375	51,083	51,083	51,083	49,194	49,194	49,666	52,028	55,216	55,216	55,216
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	50,375	50,375	51,083	51,083	51,083	49,194	49,194	49,666	52,028	55,216	55,216	55,216
ISAMIN INGENIEROS	\$	3,440	3,440	3,489	3,489	3,489	3,360	3,360	3,392	3,553	3,771	3,771	3,771
PERFORACIÓN RB/SLOT/VCR	\$	91,379	91,379	92,664	92,664	92,664	89,237	89,237	90,094	94,378	100,161	100,161	100,161
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	30,691	30,691	31,123	31,123	31,123	29,972	29,972	30,260	31,699	33,641	33,641	33,641
SOLUMAQ RAISE BORING	\$	60,687	60,687	61,541	61,541	61,541	59,265	59,265	59,834	62,679	66,520	66,520	66,520
Materiales Avances	\$	239,633	239,631	243,038	243,111	243,041	234,131	234,114	236,425	247,692	262,792	262,741	262,736

		PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO	PPTO
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
EXPLOSIVOS	\$	164,960	164,970	167,267	167,261	167,273	161,105	161,096	162,628	170,376	180,811	180,825	180,811
ACCESORIOS DE EXPLOSIVOS	\$	29,211	29,211	29,621	29,621	29,621	28,526	28,526	28,800	30,169	32,018	32,018	32,018
SOSTENIMIENTO	\$	22,935	22,935	23,258	23,258	23,258	22,398	22,398	22,613	23,688	25,140	25,140	25,140
AGREGADOS PARA SOSTENIMIENTO	\$	1,885	1,873	1,959	2,038	1,956	1,945	1,936	2,032	2,140	2,197	2,133	2,142
FIERRO, ANGULOS, PERFILES, CANALES	\$	6,881	6,881	6,977	6,977	6,977	6,719	6,719	6,784	7,106	7,542	7,542	7,542
OTROS MATERIALES	\$	13,761	13,761	13,955	13,955	13,955	13,439	13,439	13,568	14,213	15,084	15,084	15,084

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

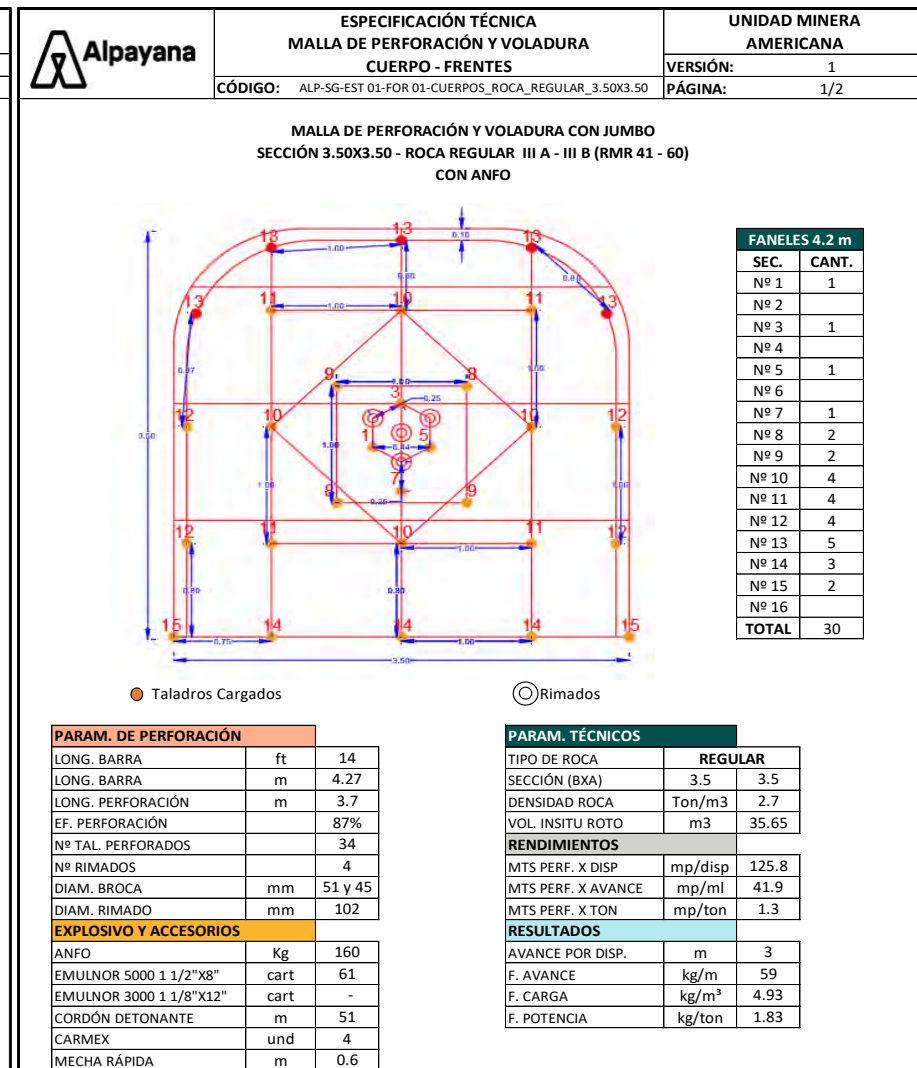
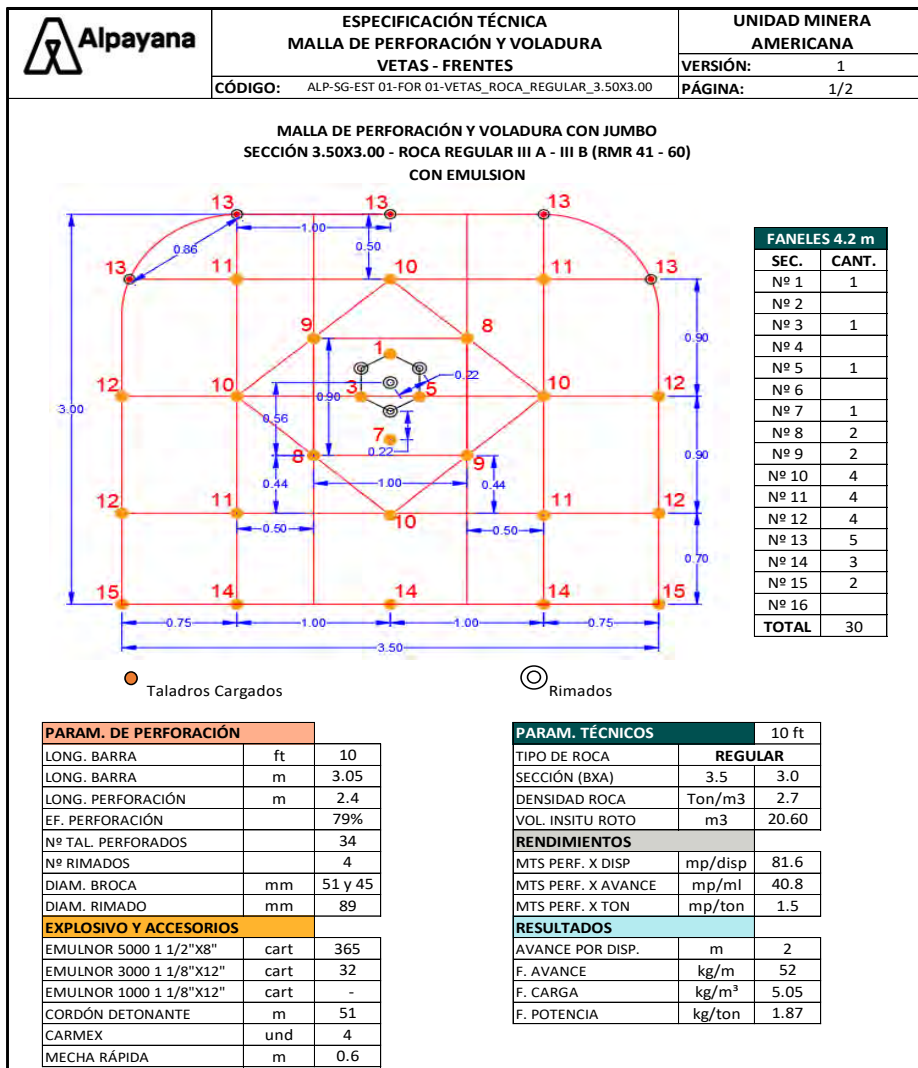
Anexo 030. Labores de preparación - real

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
Avances Cuerpos	m	515	563	598	730	658	515	563	598	730	658	598	730	9,806	7,457	2,350
Avances Vetas	m	1,009	1,016	1,026	960	763	1,009	1,016	1,026	960	763	1,026	960	13,811	11,534	2,276
Total Avances	m	1,525	1,579	1,624	1,690	1,421	1,525	1,579	1,624	1,690	1,421	1,624	1,690	23,617	18,991	4,626
Total Costos Avances	\$	1,711,058	1,629,060	1,868,037	1,761,885	1,488,140	1,711,058	1,629,060	1,868,037	1,761,885	1,488,140	1,868,037	1,761,885	24,887,319	20,546,282	4,341,036
Terceros Avances	\$	1,523,647	1,449,406	1,601,500	1,517,138	1,308,577	1,523,647	1,449,406	1,601,500	1,517,138	1,308,577	1,601,500	1,517,138	21,938,232	17,919,173	4,019,059
AVANCES	\$	682,788	705,953	726,908	758,112	639,983	682,788	705,953	726,908	758,112	639,983	726,908	758,112	11,255,266	8,512,510	2,742,757
GESTION MINERA INTEGRAL	\$	682,788	705,953	726,908	758,112	639,983	682,788	705,953	726,908	758,112	639,983	726,908	758,112	11,255,266	8,512,510	2,742,757
SOSTENIMIENTO	\$	681,104	677,491	773,796	679,610	597,419	681,104	677,491	773,796	679,610	597,419	773,796	679,610	8,939,058	8,272,245	666,813
GESTION MINERA INTEGRAL ISAMIN	\$	673,982	666,446	764,213	660,106	587,591	673,982	666,446	764,213	660,106	587,591	764,213	660,106	8,685,112	8,128,994	556,118
INGENIEROS	\$	7,121	11,045	9,583	19,504	9,828	7,121	11,045	9,583	19,504	9,828	9,583	19,504	253,945	143,251	110,695
SERVICIOS AUXILIARES	\$	69,671	56,004	80,852	79,415	64,203	69,671	56,004	80,852	79,415	64,203	80,852	79,415	619,731	860,559	240,828
GESTION MINERA INTEGRAL ISAMIN	\$	67,875	54,264	78,010	76,016	62,475	67,875	54,264	78,010	76,016	62,475	78,010	76,016	619,731	831,304	211,574
INGENIEROS	\$	1,797	1,740	2,842	3,399	1,728	1,797	1,740	2,842	3,399	1,728	2,842	3,399	42,324	29,254	13,070

		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	PPTO	REAL	Variación
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Acumulado a Dic-24		
PERFORACIÓN																-
RB/SLOT/VCR	\$	90,084	9,957	19,945	-	6,972	90,084	9,957	19,945	-	6,972	19,945	-	1,124,177	273,859	850,318
GESTION MINERA INTEGRAL SOLUMAQ RAISE BORING	\$	3,786	9,957	19,945	-	6,972	3,786	9,957	19,945	-	6,972	19,945	-	377,578	101,263	276,315
	\$	86,298	-	-	-	-	86,298	-	-	-	-	-	-	746,599	172,596	574,003
Materiales Avances	\$	187,411	179,654	266,537	244,747	179,563	187,411	179,654	266,537	244,747	179,563	266,537	244,747	2,949,087	2,627,110	321,977
EXPLOSIVOS	\$	121,832	115,796	172,897	144,574	132,813	121,832	115,796	172,897	144,574	132,813	172,897	144,574	2,029,383	1,693,296	336,087
ACCESORIOS DE EXPLOSIVOS	\$	23,583	22,821	32,404	27,672	25,450	23,583	22,821	32,404	27,672	25,450	32,404	27,672	359,361	323,936	35,425
SOSTENIMIENTO O AGREGADOS PARA SOSTENIMIENTO O FIERRO, ANGULOS, PERFILES, CANALES OTROS MATERIALES	\$	25,786	18,534	19,133	25,031	8,268	25,786	18,534	19,133	25,031	8,268	19,133	25,031	282,161	237,667	44,494
	\$	1,476	3,330	2,505	2,992	2,150	1,476	3,330	2,505	2,992	2,150	2,505	2,992	24,236	30,403	6,168
	\$	7,386	3,324	23,678	15,459	-	7,386	3,324	23,678	15,459	-	23,678	15,459	84,648	138,833	54,184
	\$	7,349	15,848	15,920	29,018	10,883	7,349	15,848	15,920	29,018	10,883	15,920	29,018	169,297	202,974	33,677

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 031. Diseño de malla de perforación y voladura en labores de avance.



	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		UNIDAD MINERA	
	MAILLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA		AMERICANA	
	CUERPO - FRENTE		VERSIÓN: 1	
CÓDIGO: ALP-SG-EST 01-FOR 01-CUERPOS_ROCA_REGULAR_4.00X4.00		PÁGINA: 1/2		

MAILLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA CON JUMBO

SECCIÓN 4.00X4.00 - ROCA REGULAR III A - III B (RMR 41 - 60)

CON ANFO

FANELES 4.2 m	
SEC.	CANT.
Nº 1	1
Nº 2	
Nº 3	1
Nº 4	
Nº 5	1
Nº 6	
Nº 7	1
Nº 8	2
Nº 9	2
Nº 10	4
Nº 11	4
Nº 12	6
Nº 13	5
Nº 14	3
Nº 15	2
Nº 16	
TOTAL	32

PARAM. DE PERFORACIÓN		
LONG. BARRA	ft	14
LONG. BARRA	m	4.27
LONG. PERFORACIÓN	m	3.6
EF. PERFORACIÓN		84%
Nº TAL. PERFORADOS		36
Nº RIMADOS		4
DIAM. BROCA	mm	51 y 45
DIAM. RIMADO	mm	102
EXPLOSIVO Y ACCESORIOS		
ANFO	Kg	160
EMULNOR 5000 1 1/2"X8"	cart	90
EMULNOR 3000 1 1/8"X12"	cart	-
CORDÓN DETONANTE	m	51
CARMEX	und	4
MECHA RÁPIDA	m	0.6

PARAM. TÉCNICOS		
TIPO DE ROCA	REGULAR	
SECCIÓN (BXA)	4.0	4.0
DENSIDAD ROCA	Ton/m3	2.7
VOL. INSITU ROTO	m3	46.56
RENDIMIENTOS		
MTS PERF. X DISP	mp/disp	129.6
MTS PERF. X AVANCE	mp/ml	43.2
MTS PERF. X TON	mp/ton	1.0
RESULTADOS		
AVANCE POR DISP.	m	3
F. AVANCE	kg/m	61
F. CARGA	kg/m³	3.95
F. POTENCIA	kg/ton	1.46

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		UNIDAD MINERA	
	MAILLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA		AMERICANA	
	CUERPO - FRENTE		VERSIÓN: 1	
CÓDIGO: ALP-SG-EST 01-FOR 01-CUERPOS_ROCA_REGULAR_4.50X4.00		PÁGINA: 1/2		

MAILLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA CON JUMBO

SECCIÓN 4.50X4.00 - ROCA REGULAR III A - III B (RMR 41 - 60)

CON ANFO

FANELES 4.2 m	
SEC.	CANT.
Nº 1	1
Nº 2	
Nº 3	1
Nº 4	
Nº 5	1
Nº 6	
Nº 7	1
Nº 8	2
Nº 9	2
Nº 10	4
Nº 11	4
Nº 12	6
Nº 13	6
Nº 14	6
Nº 15	6
Nº 16	
TOTAL	34

PARAM. DE PERFORACIÓN		
LONG. BARRA	ft	14
LONG. BARRA	m	4.27
LONG. PERFORACIÓN	m	3.7
EF. PERFORACIÓN		87%
Nº TAL. PERFORADOS		38
Nº RIMADOS		4
DIAM. BROCA	mm	51 y 45
DIAM. RIMADO	mm	102
EXPLOSIVO Y ACCESORIOS		
ANFO	Kg	192
EMULNOR 5000 1 1/2"X8"	cart	59
EMULNOR 3000 1 1/8"X12"	cart	-
CORDÓN DETONANTE	m	51
CARMEX	und	4
MECHA RÁPIDA	m	0.6

PARAM. TÉCNICOS		
TIPO DE ROCA	REGULAR	
SECCIÓN (BXA)	4.5	4.0
DENSIDAD ROCA	Ton/m3	2.7
VOL. INSITU ROTO	m3	52.38
RENDIMIENTOS		
MTS PERF. X DISP	mp/disp	140.6
MTS PERF. X AVANCE	mp/ml	46.9
MTS PERF. X TON	mp/ton	1.0
RESULTADOS		
AVANCE POR DISP.	m	3
F. AVANCE	kg/m	69
F. CARGA	kg/m³	3.96
F. POTENCIA	kg/ton	1.47

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Anexo 032. Cálculo de consumo de explosivos y materiales relacionados.

Tabla 021. Ratio global de explosivos y accesorios por denominación genérica – Avances 2024.

MINA	Anfo (Kg/m)	emulsión/ Hidrogel encartuchado (Kg/m)	cordón detonante (m/m)	Detonador No eléctrico (Und/m)	Detonador Ensamblado (Und/m)	cordón de ignición (m/m)
CUERPOS	51.7	11.2	18.3	15.6	1.5	0.3
VETAS	0.0	52.0	25.6	19.2	1.9	0.3

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024). Informe técnico para la adquisición y uso de explosivos y materiales relacionados – año 2024

Tabla 022. Cálculo de explosivos y accesorios por denominación genérica – Avances 2024.

MINA	Anfo (Kg)	emulsión/ Hidrogel encartuchada (Kg)	cordón detonante (m)	Detonador No eléctrico (Und)	Detonador Ensamblado (Und)	cordón de ignición (m)
CUERPOS	1,016,576	219,777	359,531	307,034	29,671	6,124
VETAS	0	1,111,135	546,816	410,112	41,011	6,835
Total	1,016,576	1,330,912	906,347	717,146	70,682	12,959

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024). Informe técnico para la adquisición y uso de explosivos y materiales relacionados – año 2024

Tabla 023. Ratio global de explosivos y accesorios por denominación genérica – Producción 2024

MINA	Anfo (Kg/Ton)	emulsión/ Hidrogel encartuchada (Kg/Ton)	emulsión/ Hidrogel a granel sensibilizada (Kg/Ton)	cordón detonante (m/Ton)	Booster o Multiplicador (Und/Ton)	Detonador No eléctrico (Und/Ton)	Detonador Ensamblado (Und/Ton)	cordón de ignición (m/Ton)
CUERPOS	0.898	0.025	0.144	0.060	0.018	0.077	0.012	0.005
VETAS	0.520	0.368	0.051	0.088	0.007	0.042	0.660	0.655

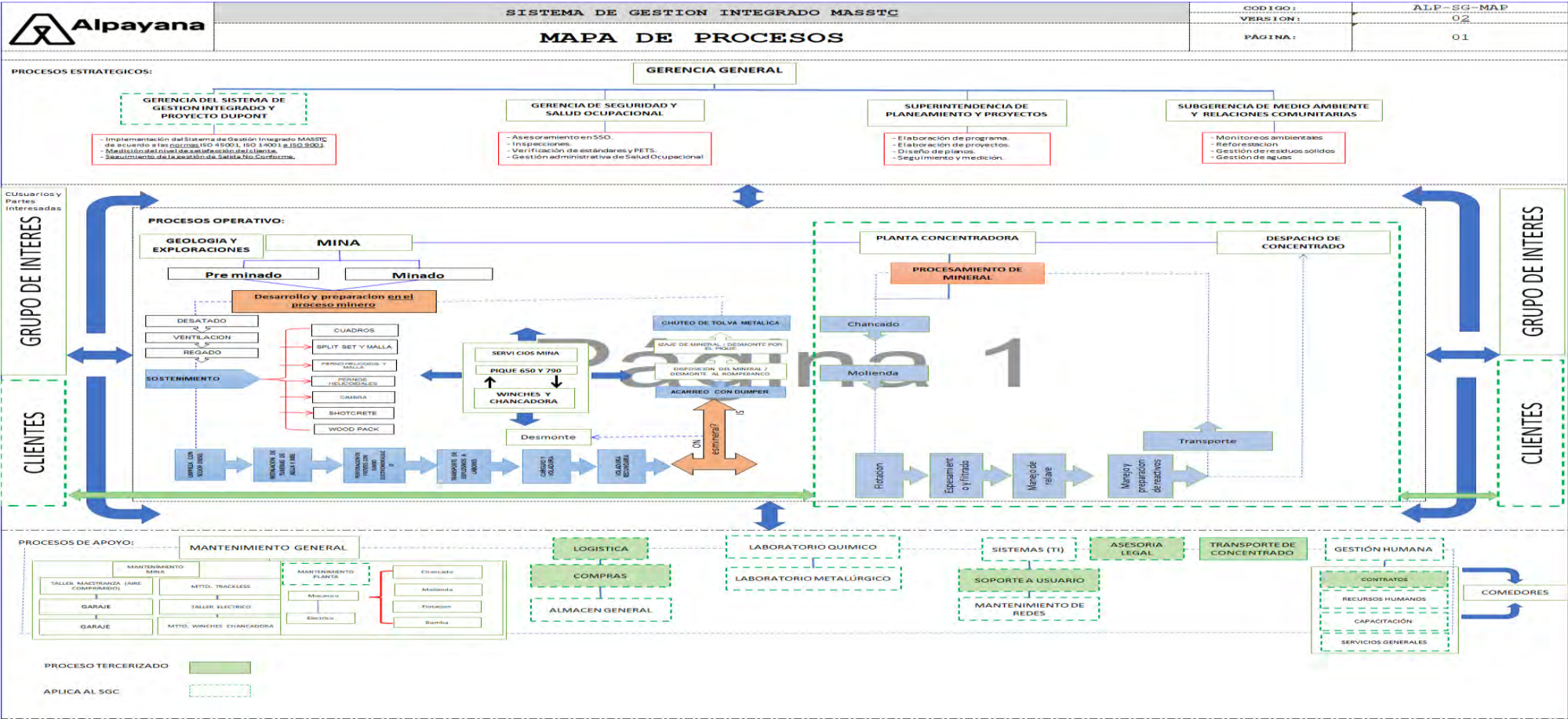
Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024). Informe técnico para la adquisición y uso de explosivos y materiales relacionados – año 2024

Tabla 024. Cálculo de explosivos y accesorios por denominación genérica – Producción 2024.

MINA	PROD. (Ton)	Anfo (Kg)	emulsión/ Hidrogel encartuchada (Kg)	emulsión/ Hidrogel a granel sensibilizada (Kg)	cordón detonante (m)	Booster o Multiplicador (Und)	Detonador No eléctrico (Und)	Detonador Ensamblado (Und)	cordón de ignición (m)
CUERPOS	1,440,000	1,293,171	35,769	206,907	86,211	25,863	110,351	17,242	6,897
VETAS	366,000	190,469	134,782	18,647	32,243	2,434	15,210	241,458	239,908
Total	1,806,000	1,483,640	170,551	225,555	118,455	28,297	125,561	258,700	246,805

Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024). Informe técnico para la adquisición y uso de explosivos y materiales relacionados – año 2024

Anexo 033. Mapa de proceso



Fuente: Superintendencia de Planeamiento (2024).

Nota, Definición de los procesos estratégicos, operativos y de apoyo de la mina Alpayana en la Unidad Americana.