UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

T E S I S

Marco de los sistemas de ingeniería para el diseño de las operaciones en la UEA.

Huachocolpa Uno - Compañía Minera Kolpa S.A.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Deivis Danny TRINIDAD ARANCIAGA

Asesor:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

T E S I S

Marco de los sistemas de ingeniería para el diseño de las operaciones en la UEA.

Huachocolpa Uno - Compañía Minera Kolpa S.A.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA	**Mg. Vicente César DAVILA CORDOVA**
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. David Odon SOSA POMA

MIEMBRO

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 034-2026

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. TRINIDAD ARANCIAGA, Deivis Danny

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo:
"**Marco de los sistemas de ingeniería para el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno - compañía minera Kolpa S.A.**"

Asesor:
Mg. Silvestre Fabián, BENAVIDES CHAGUA

Índice de Similitud: 2 **%**

Calificativo:

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 10 de julio de 2026

Firma Digital UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN [AVANZADA]

Firmado digitalmente por FERNANDEZ MALLQUI Raul FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10.07.2026 21:06:34 -05:00

DEDICATORIA

A mi familia, por ser mi pilar incondicional, por motivarme y brindarme su apoyo constante para seguir superándome profesionalmente, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por enseñarme a no rendirme y a seguir luchando con determinación.

Dedico esta tesis, con especial cariño, a mi hermano Daniel, quien fue una fuente inmensa de inspiración en mi vida. Aunque ya no esté físicamente, sé que desde el cielo continúa guiándome y dándome fuerza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa tan importante de mi vida profesional.

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y a todos los docentes que, a lo largo de estos años, me han acompañado con su guía, conocimientos y ejemplo. En especial, extiendo mi gratitud al Mg. Silvestre Fabián Benavides Chagua, quien, como asesor de esta tesis, me brindó su tiempo, orientación y confianza, contribuyendo de manera valiosa al desarrollo de este trabajo.

A la Compañía Minera Kolpa S.A., por facilitar el acceso a la información y por su disposición para el desarrollo de este estudio dentro del marco de sus operaciones. Agradezco también a los profesionales y compañeros que, con su experiencia y apoyo, aportaron significativamente al cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

A mi familia, por su amor incondicional, por ser mi fuerza y sostén en cada paso, y por impulsarme siempre a seguir adelante sin rendirme.

Y con especial cariño y profunda emoción, agradezco a mi hermano Daniel. Su recuerdo vive en mí como una fuente de inspiración constante. Sé que, desde el cielo, celebra conmigo este logro. Gracias por ser mi guía, ayer, hoy y siempre.

RESUMEN

En 2016, la compañía Kolparc Canadá LP se unió al accionariado con una participación del 49%, lo que permite la inversión de fondos dedicados a empresas mineras. Así, hasta el momento, Cía. Minera Kolpa SA no solo es parte del Grupo Raffo, mediante GR Holding SA, una agrupación de empresas que ha estado presente en la economía nacional por más de un siglo, sino que también tiene un socio internacional con experiencia en el sector minero, lo cual refuerza el manejo estratégico de la compañía KOLPA.

En el presente trabajo de Investigación se describe la gestión que proporciona el Marco de los Sistemas de Ingeniería durante el proceso de las operaciones para extraer el mineral económico en la Compañía Minera Kolpa, como lo son los Conceptos básicos de productividad (KPI operacional); Conceptos básicos de seguridad y salud ocupacional en minería; Principales herramientas de gestión de seguridad; Topografía Minera; Modelamiento de labores horizontales e inclinadas con Minesight; Diseño de secciones de Taladros Largos con Minesight y AutoCAD 3D. Establecida por el área de Planificación de la mina, actualizando constantemente los KPI's operacionales en los cuales se detalla los índices de productividad de las Operaciones de la mina. Manteniendo el control de los equipos de perforación Raptor, Muki FF, Muki LHBP, índices de tonelaje producido por taladro perforado Jack Leg, Jumbo Muki y Factor de carga explosiva en tajeos.

El trabajo de investigación está dividido en 04 Capítulos de acuerdo al esquema establecido por la Universidad Nacional Daniel A. Carrión.

Palabras clave: Marco, Sistemas de Ingeniería, Diseño, Operaciones.

ABSTRACT

In 2016, the company Kolparc Canada LP joined the shareholding with a 49% stake, an entity that enables the investment of specialized funds in mining companies. In this way, to date, Cía. Minera Kolpa S.A. It is not only part of the Raffo Group, through GR Holding S.A. business group that has more than 100 years of presence in the national economy, but also has an international shareholder specialized in the mining business, a situation that consolidates the strategic management of the KOLPA company.

This research work describes the management provided by the Engineering Systems Framework during the operations process to extract economic mineral in the Kolpa Mining Company, such as the basic concepts of productivity (operational KPI); Basic concepts of occupational safety and health in mining; Main security management tools; Mining Surveying; Modeling of horizontal and inclined tasks with Minesight; Design of Long Hole sections with Minesight and AutoCAD 3D. Established by the Mine Planning area, constantly updating the operational KPIs in which the productivity indices of the Mine Operations are detailed. Maintaining control of the Raptor, Muki FF, Muki LHBP drilling rigs, tonnage rates produced per drilled Jack Leg drill, Jumbo Muki and Explosive load factor in stopes.

The research work is divided into 04 Chapters according to the scheme established by the Daniel A. Carrión National University.

Keywords: Framework, Engineering Systems, Design, Operations.

INTRODUCCIÓN

El sector minero es una de las principales actividades que se desarrolla en el Perú ya que generalmente representa, de acuerdo con el Instituto Peruano de Economía, más de la mitad de las divisas, una quinta parte del total recaudado por concepto de impuestos, el 10% del Producto Bruto Interno y la mayoría de la inversión foránea.

El presente trabajo detalla los trabajos realizados dentro del Marco de los Sistemas de Ingeniería, para la Productividad y el desarrollo del Planeamiento a Largo Plazo de la UEA. Huachocolpa Uno - Compañía Minera Kolpa S.A, obteniendo los resultados esperados durante los años 2019 al 2023, para beneficio de la empresa y logrando mantenerse en el mercado Nacional como Internacional. se logró obtener puntos óptimos de rendimientos, las cuales requieren de un adecuado criterio para lograr siempre los mayores beneficios.

Es necesario mantener una eficiente aplicación del Marco de los Sistemas de Ingeniería, para lograr una producción efectiva.

El Autor

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema 1

1.2. Delimitación de la investigación 1

1.2.1. Ubicación 1

1.2.2. Accesibilidad 2

1.3. Formulación del problema 3

1.3.1. Problema general 3

1.3.2. Problemas específicos 3

1.4. Formulación de objetivos 3

1.4.1. Objetivo general 3

1.4.2. Objetivos específicos 3

1.5. Justificación de la investigación 4

1.6. Limitaciones de la investigación 4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio 5
2.2. Bases teóricas - científicas 9
2.2.1. Geología regional 9
2.2.2. Geología local 10
2.2.3. Geología estructural 11
2.2.4. Geología económica 12
2.2.5. Clasificación de minerales por sus valores 14
2.3. Definición de términos básicos 17
2.4. Formulación de hipótesis 21
2.4.1. Hipótesis general 21
2.4.2. Hipótesis específicas 22
2.5. Identificación de variables 22
2.5.1. Variable independiente 22
2.5.2. Variable dependiente 22
2.6. Definición operacional de variables e indicadores 22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación 24
3.2. Nivel de investigación 24
3.3. Métodos de investigación 25
3.4. Diseño de investigación 25
3.5. Población y muestra 25
3.5.1. Población 25

3.5.2. Muestra 25
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 25
3.6.1. Técnicas 25
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos 26
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 26
3.8. Tratamiento estadístico 26
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica 27

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo 28
4.1.1. Delimitación del proceso actual 28
4.1.2. Proceso productivo 29
4.1.3. Métodos de explotación 29
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 33
4.2.1. Explotación por taladros largos 33
4.2.2. Características geológicas y geomecánicas 35
4.3. Prueba de hipótesis 35
4.4. Discusión de resultados 36
4.4.1. Resultados de los sistemas de ingeniería 36
4.4.2. Conceptos básicos de productividad 36
4.4.3. Conceptos básicos de seguridad y salud ocupacional 50
4.4.4. Principales herramientas de gestión de seguridad 51
4.4.5. Topografía minera 58
4.4.6. Modelamiento de labores horizontales e inclinadas con Minesight 67
CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Página.

Tabla 1. Coordenadas UTM de ubicación del proyecto 2

Tabla 2. Accesibilidad a la mina Huachocolpa Uno.....3

Tabla 3. Clasificación de mineral por sus valores 17

Tabla 4. Operacionalización de variables.....22

Tabla 5. Calidad de macizo rocoso - Veta Bienaventurada.....35

ÍNDICE DE FIGURAS

Página.

Figura 1. Plano de Ubicación y Accesos a la Mina 2

Figura 2. Estructura mineralizada de sulfuros de veta Bienaventurada.....13

Figura 3. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales 16

Figura 4. Proceso Productivo de Compañía Minera Kolpa S.A. 29

Figura 5. Método de explotación Cut and Fill Stoping (Ciclo de Minado Mecanizado con Stopper/Jack Leg) 30

Figura 6. Ciclo de Minado Mecanizado con Mini Jumbo. 31

Figura 7. Método de explotación Bench and Fill.....34

Figura 8. Toneladas producidas por taladro Jack Leg 37

Figura 9. Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg 37

Figura 10. Toneladas producidas por taladro Jack Leg 38

Figura 11. Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg 38

Figura 12. Toneladas producidas por taladro Jack Leg 39

Figura 13. Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg 39

Figura 14. Toneladas producidas por taladro Jack Leg 40

Figura 15. Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg 40

Figura 16. Toneladas producidas por taladro Jack Leg entre los meses (noviembre - diciembre 2023) 41

Figura 17. Toneladas producidas en promedio entre los meses (noviembre - febrero 2023)..41

Figura 18. Promedio de toneladas producidas por taladro Muki 42

Figura 19. Promedio de toneladas producidas por taladro Muki 42

Figura 20. Toneladas producidas por taladro Muki 43

Figura 21. Promedio de toneladas producidas por taladro Muki 43
Figura 22. Toneladas producidas por taladro Muki 44
Figura 23. Promedio de toneladas producidas por taladro Muki 44
Figura 24. Toneladas producidas por taladro Muki 44
Figura 25. Promedio de toneladas producidas por taladro Muki 45
Figura 26. Toneladas producidas en promedio 45
Figura 27. Toneladas producidas en promedio 46
Figura 28. Factor de carga en tajeos 46
Figura 29. Factor de carga promedio en tajeos 47
Figura 30. Factor de carga en tajeos 47
Figura 31. Factor de carga promedio 48
Figura 32. Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (noviembre - 2019) ... 49
Figura 33. Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (diciembre - 2020) 49
Figura 34. Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (enero 2020) 50
Figura 35. Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (febrero - 2020) 50
Figura 36. Formato de IPERC continuo (KOLPA) 52
Figura 37. Formato de PETAR (KOLPA) 53
Figura 38. Formato de RACS (KOLPA) 54
Figura 39. Formato de OPT (KOLPA) 56
Figura 40. PETS carguío y voladura en tajeos (KOLPA) 57
Figura 41. Bases trigonométricas del método Estación Libre 59
Figura 42. Estación Total Leyca TS060 PLUS 61
Figura 43. Levantamiento topográfico CM038 - 4x4m 64
Figura 44. Levantamiento topográfico RP029 – 3x3m 65
Figura 45. RP 029 - 3x3m 65

Figura 46. Levantamiento topográfico de SN 078-E - 1.0x2.4m (ATR) 66
Figura 47. Levantamiento Topográfico de Taladros diamantinos - CM 660 (ESONDI) 67
Figura 48. Topografía en 3D Nivel 4380 (KOLPA) 68
Figura 49. Importación de topografía 2D Nivel 4380 Actualizada (KOLPA) 68
Figura 50. Edición de objeto geométrico (SN 183-2) 69
Figura 51. Hastiales techo y piso de labor SN 83-2W 70
Figura 52. Edición de Hastiales, techo y piso de labor SN183-2W 70
Figura 53. Densificación de puntos 71
Figura 54. Generación de polígono hastial 71
Figura 55. Modelamiento de labor con Grift Solid Tool 72
Figura 56. Sólido del SN183-2W 72
Figura 57. Eliminación de Solido anterior 73
Figura 58. Resultado final del modelamiento del SN183-2W 73

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Compañía Minera Kolpa, en las operaciones mineras, realiza la actualización diaria y semanal de los KPI´s operacionales en los cuales se detalla los índices de productividad de la Operación enfocándonos en el análisis del rendimiento de los equipos de perforación, índices de tonelaje y los Factor de carga explosiva en sus labores de explotación, así mismo se detallan los trabajos realizados en el área de planeamiento como son: Levantamientos topográficos subterránea (Topografía Minera), para actualización de planos, diseño de secciones y modelamiento de labores horizontales e inclinadas por loque se requiere mantener todo el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Ubicación

La empresa minera Kolpa SA - Huachocolpa Uno se sitúa en el lugar de Caudalosa, que pertenece al distrito de Huachocolpa, a la provincia y al departamento

de Huancavelica. Se encuentra geográficamente en la cordillera central de los Andes, en el centro del Perú.

La UEA está situada en la ladera este de la Cordillera Occidental, a una altura media de 4.480 metros sobre el nivel del mar, cerca de Huayraccasa y por encima del margen izquierdo del curso del río Escalera o quebrada. Sus coordenadas geográficas son:.

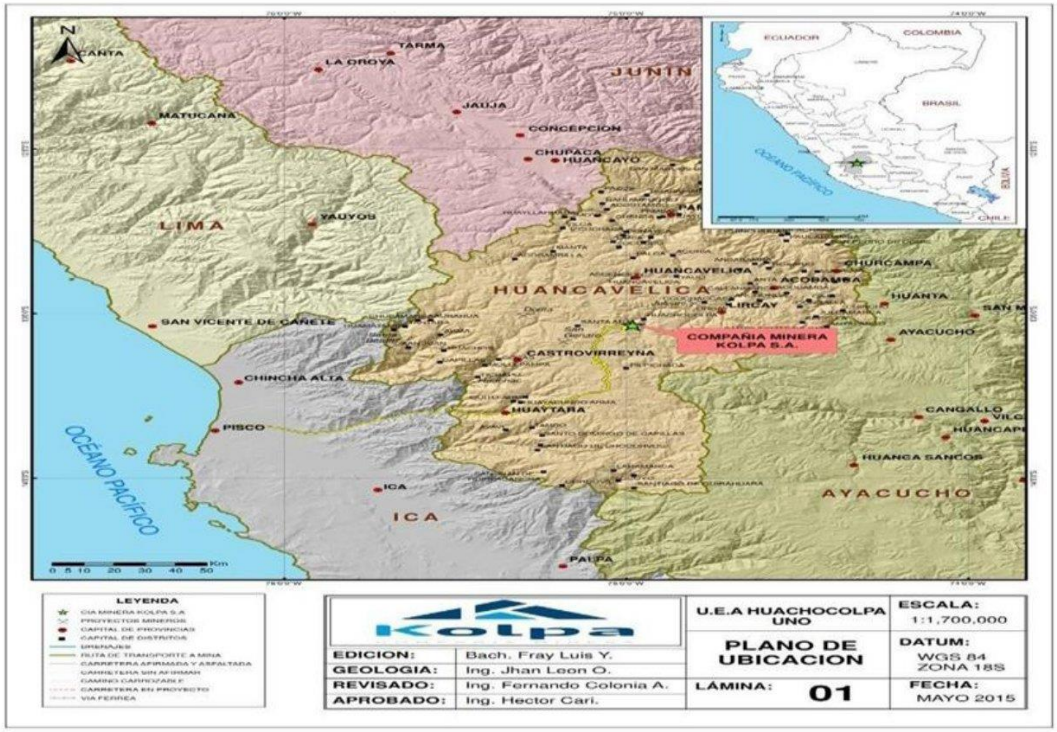
Tabla 1. *Coordenadas UTM de ubicación del proyecto*

	UTM (ZONA 18)	**GEOGRÁFICA**
ESTE	502 230.550 E	74° 53'43" (Oeste)
NORTE	8`555 752.860 N	13° 03'52" (Sur)

1.2.2. Accesibilidad

El acceso a esta mina para el personal en general es vía terrestre mediante un tramo de carretera asfaltada complementada con carretera afirmada hasta la mina de Compañía Minera Kolpa S.A.

Figura 1. *Plano de Ubicación y Accesos a la Mina*



Fuente: UEA. Huachocolpa Uno.

Tabla 2. *Accesibilidad a la mina Huachocolpa Uno*

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA
Lima-Huancayo- Huancavelica	565 Km.	14 hrs.	Carretera Asfaltada
Paso de Chonta-Mina			Carretera Afirmada
Lima-Pisco-Castrovirreyna	462 Km.	12 hrs	Carretera Asfaltada
Paso de Chonta-Mina			Carretera Afirmada
Lima-Pisco-Huaytara	445 Km.	11 hrs.	Carretera Asfaltada
Paso de Chonta-Mina			Carretera Afirmada

Fuente: UEA. Huachocolpa Uno.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Sera factible detallar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿Se podrá desarrollar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de la explotación en la UEA? Huachocolpa Uno?

b) ¿Sera factible utilizar los Sistemas de Ingeniería para monitorear y comparar el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Detallar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Desarrollar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de la explotación en la UEA. Huachocolpa Uno.

b) Utilizar los Sistemas de Ingeniería para monitorear y comparar el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.

1.5. Justificación de la investigación

La unidad minera está situada en el cuadrángulo de Huachocolpa, que cubre una secciónde los departamentos de Ayacucho y Huancavelica. Está ubicado al este de la Cordillera Occidental, a una altura que va desde los 4000 hasta los 5200 metros sobre el nivel del mar. En las cercanías de la unidad minera, se forma una sucesión de rocas volcánicas y sedimentarias que cubren edades del Paleozoico al Cuaternario. Por lo tanto para el proceso de produccion en UEA. Huachocolpa, se desarrollan los diferentes sistemas de Ingenieria, para generar un diseño que permita su adecuada minado cumpliendo con los parametros de la mina, por lo tanto se requiere continuar con estos procesos de la ingenieria para el control de las operaciones en Compañía Minera Kolpa.

1.6. Limitaciones de la investigación

Los procesos de explotacion minera permiten tener limitaciones como son la falta de equipos o materiales para el desarrollo de los trabajos, los cuales son superados en base a un sistematico planeamiento en las operaciones controlando los marcos del sistema de ingenieria que se requieren para la conduccion de todos los trabajos de la mina, los cuales se van desarrollando a medida del avance de la explotacion, manteniendo un adecuado monitoreo y supervicio en la mina.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

a) Antecedentes Nacionales.

- Delgado (2012), de la Uninersidad Nacional del Centro del Perú, realizó el estudio de tesis: "Implementación de los estándares de las operaciones mineras para el mejoramiento continuo de la mina Andaychagua de Volcan Cía. Minera S.A.A.". La estandarización de las operaciones mineras es un tema que tiene que ver con la competitividad de las compañías mineras, por lo tanto, este trabajo: "Aplicación de los estándares de las operaciones mineras para la optimización constante de la mina Andaychagua, perteneciente a Volcan Cía. "Minera SAA" describe y explica el proceso seguido en la mina para conseguir un diseño apropiado de los estándares, que suman 29. Fundamentalmente, comenzó con el diagnostico de las operaciones mineras, de planta, de mantenimiento y de superficie, reconociendo cada actividad y su procedimiento correspondiente. Se Realizó la generación y adaptación de los documentos. El diseño completo tomó alrededor de un año y fue realizado con

la participación de los trabajadores de la mina, incluyendo sus representantes en todos los niveles. Se desarrollaron programas de objetivos, capacitaciones y análisis de riesgos críticos para manejarlos apropiadamente. Después de haber sido aprobados a nivel corporativo, los estándares se implementaron en las diversas operaciones mineras. Este trabajo ocupa alrededor de cuatro meses y durante este período se observó que la cifra de accidentes bajó cerca del 50% en el año 2010, en comparación con el 2009. Se han obtenido resultados muy positivos en cuanto a Seguridad, fomentando las prácticas óptimas para los empleados y creando entornos de trabajo saludables y seguros.

- Puente (2023), de la Universidad Privada del Norte, presenta su tesis "Indicadores claves de desempeño y producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022". En el año 2022, esta investigación se centró en detectar los Indicadores Clave de Desempeño que optimizan la producción de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto ubicada en Huamachuco. Durante los meses de abril, mayo y junio se recolectaron datos del campo y se revisaron las horas productivas y no productivas de los equipos. Los hallazgos indicaron que los equipos de acarreo acumularon 1,646 horas de trabajo y los de carguío, por su parte, 3,597 horas productivas. Además, se detectaron las horas improductivas, que suman 1,420 en los equipos de carguío y 1,426 en los de acarreo. Los indicadores de disponibilidad mecánica y utilización también fueron analizados; para los equipos de carguío se halló una disponibilidad mecánica del 87% y una utilización del 72%, mientras que, para los equipos de acarreo, la disponibilidad fue del 70% y la utilización del 59%. Los equipos de acarreo usaron 9,876 galones y los de carguío consumieron 110,374 galones, lo que da una media de consumo. Se sugiere llevar a cabo un

análisis de operatividad de los equipos para identificar problemas mecánicos y prevenir la pérdida de tiempo, lo cual ayudará a incrementar el rendimiento y la productividad en la mina.

b) Antecedentes internacionales.

- Zaviezo (2013), de la Universidad de Chile, realizó el estudio de tesis: "Diseño de la planificación diaria de operaciones en Minera Escondida Ltda.". La II Región de Chile alberga a la mina más grande de cobre en el mundo, Minera Escondida Ltda. En 2011, su producción representó aproximadamente el 16% de la producción nacional y alrededor del 5% de la producción global de cobre. Posee una de las reservas más amplias de cobre a nivel mundial, lo cual proporciona sostenibilidad al negocio. Los cumplimientos mensuales de alimentación a chancados y movimientos mina están alcanzando el 100 % o más, lo cual es muy satisfactorio. Sin embargo, en la secuencia del plan minero, el cumplimiento de trabajos de desarrollo críticos o de infraestructura no sobrepasa el 60 %. Esto conlleva costos que exceden los previstos debido a que se deben llevar a cabo tareas que no estaban incluidas. Dado lo que se ha indicado en el párrafo previo y reconociendo la existencia de un proceso productivo muy variable en términos de cumplimiento de los planes mensuales, se plantea la necesidad de establecer una planificación diaria que contemple tanto las actividades de todas las áreas productivas (desarrollos, perforación, tronadura y producción) como los imprevistos cotidianos. Esta planificación debe incluir un componente de seguridad (HSEC) que señale los riesgos principales asociados. Asimismo, es importante integrar tecnología para visualizar estos planes y facilitar así su comprensión durante la ejecución. El objetivo es reducir el impacto de los imprevistos cotidianos sobre el plan

mensual, mientras que, a medio plazo, se persigue la estabilidad en el proceso productivo. Se notó que entre el cumplimiento del plan mensual y el del plan diario hay una relación directa. Si se logra un cumplimiento medio del 85% en el plan diario, es posible obtener valores cercanos al 66% del cumplimiento del plan mensual. Ya que el objetivo de la empresa es alcanzar entre el 75% y el 80% del cumplimiento del plan mensual, se sugiere, a causa de la correlación entre la planificación diaria y mensual, lograr que el cumplimiento diario supere el 90%-95%. Esto está ligado sobre todo a mantener la disciplina operativa y a reducir los imprevistos, lo cual conllevará estar dentro del rango de cumplimiento mensual requerido por la compañía. Entre todos los impactos mencionados en la investigación, el evaluado se relaciona con que, debido al incumplimiento de la secuencia minera, creció el remanejo de mineral. Esto produce un costo adicional que equivale al 2.21% del total mensual de la Gerencia de Operaciones, en comparación con un gasto diario de implementación de este plan, que representa el 0.1% del gasto total mensual y está vinculado con el incremento de la dotación de planificadores. Si se consigue captar esta diferencia, la Gerencia conseguiría una reducción de sus costos del 0.3%. En consecuencia, se deduce que, aunque el impacto no es muy grande, es un efecto positivo para la empresa.

- Rendon (2021), de la Universidad "Central del Ecuador" – Quito, realiza el estudio de Tesis "Propuestas de diseños de cierre y post-cierre de las operaciones mineras a cielo abierto del depósito tipo VMS ". El Domo - Curipamba", situado en el cantón Las Naves, de la provincia de Bolívar. La finalidad primordial de este proyecto integrador es sugerir un diseño para el cierre y postcierre técnico de las operaciones mineras en el depósito El Domo,

que se encuentra en la provincia de Bolívar, cantón Las Naves. Aunque este proyecto minero está en una etapa de transición entre las fases de prefactibilidad y factibilidad, es esencial tener un planteamiento diseñado para el cierre y postcierre de las operaciones mineras. El proyecto integrador actual no está en explotación, sino que se basa en el diseño de la explotación proyectada para llevarse a cabo en el depósito El Domo; esta información fue extraída de los parámetros técnicos mineros, geotécnicos y geológicosLa fase de cierre se llevará a cabo gradualmente desde la cuarta etapa de explotación, y para la fase posterior al cierre del depósito El Domo, se sugiere edificar un complejo turístico recreativo y desarrollar labores agrícolas en algunas zonas. Todo esto con el objetivo de sostener un desarrollo económico y crear puestos de trabajo; evidenciando así que la industria minera sostenible puede colaborar con la ejecución de actividades recreativas y agrícolas, utilizando métodos respetuosos con el medio ambiente y acatando las leyes vigentes.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Geología regional

La unidad minera está situada en el cuadrángulo de Huachocolpa, que cubre una sección de los departamentos de Ayacucho y Huancavelica. Está ubicada al este de la Cordillera Occidental, a una altura que va desde los 4000 hasta los 5200 metros sobre el nivel del mar. En las cercanías de la unidad minera, se forma una sucesión de rocas volcánicas y sedimentarias que cubren edades del Paleozoico al Cuaternario.

La unidad minera se ubica en rocas volcánicas del Neógeno que pertenecen a la "Formación Domos de Lava", compuestas mayormente por andesitas de tonalidades gris- marrón-amarillento, debido sobre todo a la escasa alteración argílica supérgena.

El rumbo medio de las estructuras mineralizadas es de N 52° - 65° E y la inclinación varía entre los 55° y 75° al sureste, con anchos que oscilan entre los 1 m y los 4 m. El yacimiento es hidrotermal, de relleno de fracturas, y tiene un rango que va desde el epitermal hasta el mesotermal. Es una estructura filoniana que presenta reemplazo y relleno de fracturas, con mineralización en cobre, plomo, zinc y plata; además, hay vetas argentíferas. Entre las rocas volcánicas y las calizas, se encuentran aureolas de metamorfismo de contacto que son estériles por ser superficiales

Los minerales constituyentes más importantes son: galena, esfalerita, pirita y cuarzo; en menor medida están la baritina, el tetraedrito, el rejalgar, la estibina, la calcopirita y el yeso. Estos minerales tienen una textura que oscila entre la brechoide y la orbicular, con el cuarzo como componente principal a modo de matriz, que incluye fragmentos de galena- esfalerita.

2.2.2. Geología local

Las andesitas gris-marrón amarillentas con alteración argílica de débil a moderada son las más comunes en el sector de Bienaventurada. Se pueden identificar dos unidades litológicas potenciales; una está situada al noroeste de la veta Bienaventurada, donde los andesíticos volcánicos aparecen con bandeamientos de flujo que tienen un rumbo promedio N 65º W y un buzamiento de 66º-70º NE. La otra está ubicada en el área de la Veta Sur, con rumbo N 50º-60º E y buzamiento de 50º NW. Las andesitas muestran una alteración supérgena con un color pardo-amarillo.

En el interior de la mina, las andesitas tienen un color gris o gris blanquecinas cuando se alteran de manera contundente. Una segunda unidad litológica se refiere a flujos subhorizontales de andesitas marrón amarillentas, ubicadas al noreste y este de la veta Bienaventurada. En el lado este, las lavas andesíticas están argilizadas supergénicamente y poseen una potencia que va de 1,00 m a 15,00 m, con rumbos de

N 60º E y buzamientos de 15º - 25º SE. En ciertas ocasiones, las andesitas son porfiríticas y poseen capas de aglomerados volcánicos con la misma composición. En los sectores elevados también se encuentran capas de derrames lávicos entremezcladas con aglomerados. Hay capas que han experimentado una difusión débil de pirita fina y otras que contienen fenos de cuarzo en su matriz. En la posible extensión de la veta Bienaventurada, en dirección noreste, se presentan capas intercaladas de bancos potentes de lavas andesíticas con aglomerados volcánicos grises. En las áreas más elevadas al noreste, hay flujos lávicos andesíticos grises que tienen una inclinación de 10° SE y un rumbo de N 70° E. Estos constituyen farallones con alturas que alcanzan los 70 m.

2.2.3. Geología estructural

Las secuencias volcánicas que se encuentran en la unidad de producción Huachocolpa-Uno son parte de una estructura dómica que pertenece a la formación Caudalosa. Estas capas en la zona de la mina están levemente dobladas con dirección N 30º - 40º W y 10º SW - 15º NE de buzamiento, y son atravesadas por fallas transversales que mayormente tienen mineralización.

Las fracturas de cizalla y tensión que van desde N 60° E hasta N 60° W han surgido como resultado de las iniciativas de entendimiento regional, las cuales son una característica tectónica general del distrito y se emplearon para situar los fluidos mineralizantes. Las estructuras fundamentales del yacimiento que opera la Unidad de Producción Huachocolpa Uno se componen de dos sistemas principales.

- Fracturas de cizalla y tensión con rumbo N 45º - 85º E; estas son las más largas, con buzamientos de entre 42° y 85° SE, que presentan inflexiones, cimoides y ramales en distintos segmentos a lo largo de su totalidad. Este sistema incluye las

vetas Rublo, Galena, Peseta, Katherine, Fortuna, Jessica, Elizabeth, Gladis, Lucia, Viviana, Caudalosa1 y Caudalosa.

Cabe destacar que las vetas Rublo, Jessica, Bienaventurada, Elizabeth y Caudalosa 2 están vinculadas a fallas y tienen clastos subredondeados de origen volcánico. Esto sugiere que ocurrieron fallas de reactivación de movimientos dextrales, junto con muchas vetas de cizalla.

- Fracturas del sistema Este-Oeste; algunas de ellas son muy largas y, en muchos casos, están interrumpidas por el sistema anterior. La veta falla Silvia es el ejemplo más importante de este último, con rumbo E-W y un buzamiento medio de 75º S. Las estructuras secundarias tienen una longitud corta y un rumbo entre N 20º y 30º E; probablemente pertenecen a la etapa final de fracturamiento pre-mineral.

  El área que se encuentra entre la falla Caudalosa y la falla Silvia parece ser un graven de escasa profundidad.

2.2.4. Geología económica

La Unidad de Producción Huachocolpa Uno opera un yacimiento filoniano o relleno de fracturas por soluciones hidrotermales. Las fracturas han funcionado como conducto y receptáculo para la instalación de mineral mena y ganga. Las vetas subparalelas aparecen de manera casi constante en longitudes superiores a 1,000 m.

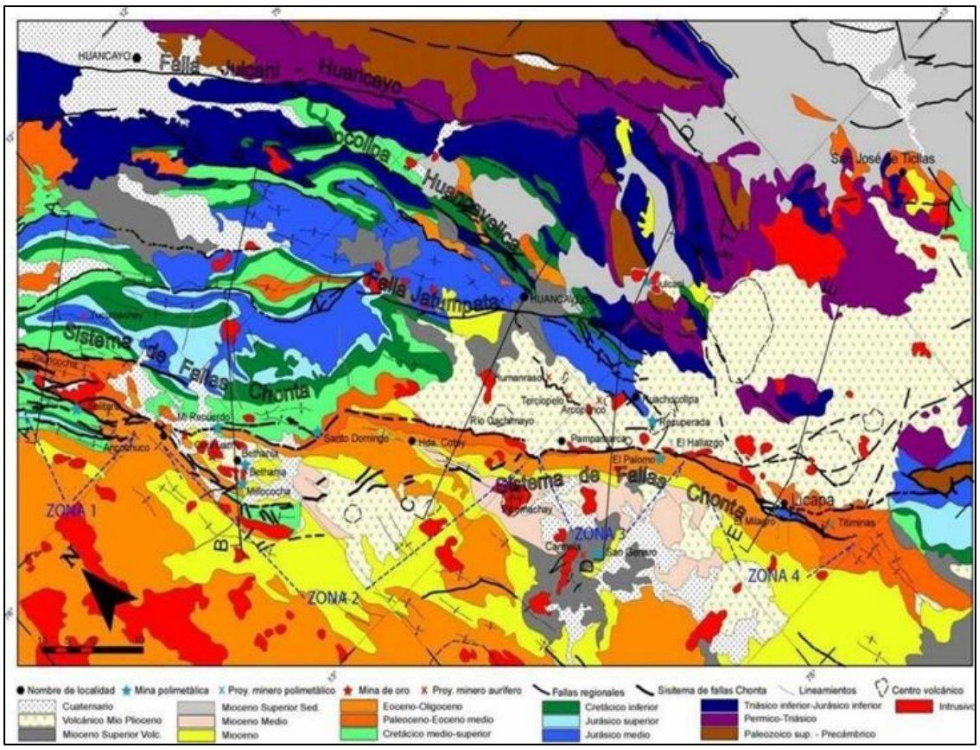
La mineralización económica en la mayor parte de las vetas se sitúa en clavos con irregularidades en su longitud, profundidad y potencia, los cuales están separados por áreas de adelgazamiento y/o empobrecimiento.

La veta Bienaventurada, situada en el lado Este a profundidad, posee clavos mineralizados que superan los 1,500 metros y tienden a expandirse en los niveles inferiores. Tiene también pequeños anticlavos en su parte central y sudoeste. En cambio, la Veta Jessica y Elizabeth presentan un comportamiento diferente; son

estructuras más falladas, irregulares e inestables. Actualmente forman parte del programa de exploraciones, desarrollos y posterior explotación. La mayor parte de las vetas se manifiestan como un “Yacimiento en Rosario” típico, que es característico de la mayoría de los depósitos filonianos en los volcanes terciarios peruanos. El yacimiento es categorizado como mesotermal a epitermal de plomo-zinc con contenido de cobre y plata, debido a su temperatura de formación.

Los minerales de mena que se observan a simple vista son la calcopirita (cpy), la esfalerita (esf), la galena argentífera (gn.arg) y la galena (gn). La variedad de la esfalerita que se observa es la blenda rubia y marmatita y el principal control de la mineralización es el estructural, las estructuras de rumbo NE con sus ramales y cimoides, son las estructuras mejor mineralizadas (KOLPA, 2019).

Figura 2. *Estructura mineralizada de sulfuros de veta Bienaventurada*



Fuente: Departamento de Geología

La Veta Bienaventurada presenta dos clavos claramente definidos. Uno de estos se encuentra en el extremo noreste y va creciendo desde el nivel 4430, siendo

principalmente una mineralización de Pb/Zn. En el extremo suroeste, la tendencia en términos de profundidad es mejorar los valores en plata. Las estructuras tensionales que se cruzan con Bienaventurada están compuestas mayoritariamente por mineralización de Pb y Zn. Bienaventurada tiene cimoides a lo largo de toda su longitud, incluyendo el ramal Sur 2 Piso, que presenta un buzamiento opuesto al de la veta Bienaventurada y se ha identificado en cuatro niveles.

Los minerales de mena que se observan a simple vista son la calcopirita (cpy), la esfalerita (esf), la galena argentífera (gn.arg) y la galena (gn). La blenda rubia y la marmatita son las variedades de esfalerita que se ven. El control más importante de la mineralización es el estructural; las estructuras con rumbo NE, junto con sus ramales y cimoides, presentan la mayor concentración de minerales.

La Veta Bienaventurada presenta dos clavos claramente definidos. Uno de estos se encuentra en el extremo noreste y va creciendo desde el nivel 4430, siendo principalmente una mineralización de Pb/Zn. En el extremo suroeste, la tendencia en términos de profundidad es mejorar los valores en plata. Las estructuras tensionales que se cruzan con Bienaventurada están compuestas mayoritariamente por mineralización de Pb y Zn. Bienaventurada tiene cimoides a lo largo de toda su extensión, uno de los cuales es el ramal Sur 2 Piso, que presenta un buzamiento opuesto al de la veta Bienaventurada y ha sido identificado por cuatro niveles. (KOLPA, 2019).

2.2.5. Clasificación de minerales por sus valores

Mineral de Mena

Es el mineral que produce ganancias y cuyo valor, por ende, supera todos los gastos posteriores siguientes:

- Gastos de producción
- Gastos de venta

- Gastos de administración
- Gastos financieros
- Depreciación

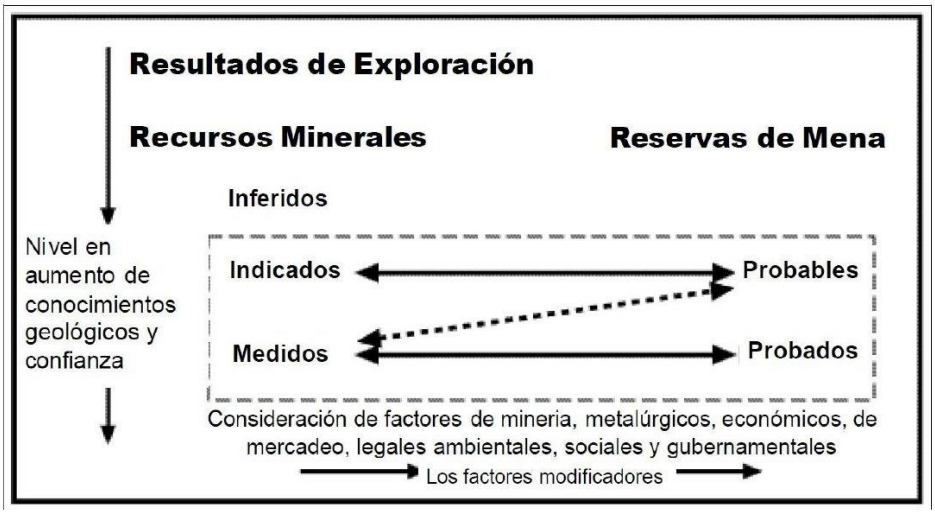
Este mineral, junto con la infraestructura existente, será capaz de suministrar productos requeridos por el mercado en las condiciones actuales. Este mineral forma reservas. En los planos, se le pinta de rojo.

Mineral marginal

Es el mineral que cubre completamente los costos a y b, así como el 30% de los costos de c, d y e. Este mineral no produce ganancias; por lo tanto, no se considera reservas por sí mismo, aunque contribuye a la generación de efectivo y proporciona un divisor mayor para calcular el costo total cuando se extrae en conjunto con el mineral de mena. Con el mejoramiento de los indicadores económicos, el mineral marginal puede convertirse en mena.

De todas formas, se estima el mineral marginal en cuadros separados para que, al momento de ser explotado, se conozca la cantidad con la que se cuenta y se pueda realizar una mezcla apropiada con el mineral de mena. Las reservas de mineral se calcularán como la suma del mineral de mena y la totalidad o parte del mineral marginal, siempre que el promedio ponderado de la ley resultante no sea inferior a la ley mínima del mineral de mena. Este mineral será pintado de naranja en los planos.

Figura 3. *Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales*



Fuente: Código (Institute of Mining and Metallugy, 2001) JORC)

Mineral Sub marginal

Como su valor solo cubre los costos, no debe ser explotado en las condiciones actuales; por lo tanto, es un mineral que no es económico. Incluso en las mejores condiciones esperadas, su valor no sería suficiente para cubrir los demás gastos. Necesitaría cambios positivos que excedan lo que se prevé actualmente en los indicadores económicos para convertirse en un mineral explotable económicamente, o sea, en mena. Este mineral no es considerado como una reserva mineral. En los planos, se le pintará de color azul.

Mineral de Baja Ley

Es el mineral no económico cuyo valor solo alcanza para cubrir parcialmente los costos de producción. En esta categoría se incluyen los bloques de mineral antiguos que son considerados informativos y que poseen una ley baja. En los planos, este mineral será pintado de verde.

Tabla 3. *Clasificación de mineral por sus valores*

	FRANJA DE MENA		
BAJA LEY		0.00	42.13
		42.13	46.87
SUB-MARGINAL		46.87	67.66
MARGINAL		67.66	105.84
MENA		105.84	116.43
		116.43	A MAS

Fuente: Departamento de Geología

2.3. Definición de términos básicos

- **Buzamiento:** Es el ángulo entre la veta, el manto o el estrato y la horizontal, que se mide en un plano vertical.
- **Caballo:** Se trata del área estéril que se encuentra en la veta y que suele tener un tamaño significativo, y está compuesta generalmente por el mismo material de las rocas encajonantes.
- **Caja Piso:** Es la roca que está debajo de la veta.
- **Caja Techo:** Es la roca situada en la parte superior de una veta en pendiente.
- **Constituyentes esenciales de los criaderos son:** la mena, el estéril y la ganga.
- **Contactos litológicos:** Que típicamente constituyen, por ejemplo, la caja del techo y la caja del piso de un filón.
- **Criadero, Yacimiento o Depósito Mineral:** Porción o segmento de la corteza terrestre en el que se han creado o están creándose, a través de procesos geológicos, compuestos minerales valiosos que pueden ser utilizados con fines económicos utilizando los recursos técnicos disponibles.
- **Cuerpo (ORE BODY):** Son depósitos de minerales que no tienen una forma o tamaño específico y son grandes e irregulares.

- **Depósitos primarios y secundarios.** Los primeros se vinculan con el proceso de formación inicial de las rocas. Los segundos se generan a partir de la alteración de los primeros y, en términos generales, tienden a originar nuevos minerales.
- **Desmonte:** Es cualquier material estéril que no tiene valor monetario.
- **Diaclasas:** También llamadas juntas, son fracturas que no han experimentado desplazamiento y que frecuentemente ocurren en la masa de roca.
- **Diseminaciones.** Son depósitos mineralizados en los que las partículas de mineral se encuentran diseminadas a lo largo de la masa rocosa.
- **Espaciado:** Es la distancia perpendicular entre discontinuidades que están juntas. Este establece las dimensiones de los bloques de roca intactos. Los bloques serán más grandes si tienen más espacio entre ellos, y serán más pequeños si tienen menos espacio.
- **Estratificación:** Es una superficie distintiva de las rocas sedimentarias que divide capas con la misma o distinta litología. Estas rocas también pueden encontrarse en aquellas que se formaron por metamorfismo de rocas sedimentarias.
- **Explotación.** Consiste en un proceso de extracción para obtener el mineral económico, empleando diferentes métodos de explotación y luego beneficiarlo en la planta concentradora.
- **Fallas:** Son fracturas que se han movido. Estas son fracturas menores que se ubican en zonas locales de la mina o en estructuras muy importantes, capaces de cruzar toda la mina.
- **Ganga.** Parte no valiosa del mineral vinculada a la sección de buena ley. Este concepto es relativo porque cambia en función del tiempo, las cotizaciones y la ley del mineral.
- **Hilos.** Vetillas de mineral extremadamente finas que se entrelazan entre sí.

- **Investigaciones Geotécnicas.** - Es un programa de investigación geotécnica que utiliza perforaciones diamantinas con el objetivo de conseguir parámetros y características hidrogeológicas de los materiales ubicados en la zona analizada.
- **Lentes.** Es el depósito con forma de lente cuya potencia se reduce hacia su alrededor. Los lentes tienen decenas de metros de longitud.
- **Mantos.** Estructura mineralizada con forma tabular, que suele hallarse en una posición horizontal o un poco inclinada (menos de 30º) y tiene una potencia relativamente alta.
- **Masa Rocosa:** Es el medio in situ que presenta diversas clases de discontinuidades, como estratos, diaclasas, fallas y otros elementos estructurales.
- **Matriz rocosa.** - Material rocoso que no tiene discontinuidades o bloques de roca sin tocar entre las discontinuidades (muestra de mano o mayor). Aunque se considera continua, es anisótropa y heterogénea, relacionada con la textura, la estructura y la fábrica mineral.
- **Mena.** La sección más valiosa del mineral de la que se pueden extraer, con un costo económico, uno o varios metales.
- **Mineral.** Materia inorgánica de origen natural que forma la corteza terrestre, tiene un valor económico y está formada por dos elementos: La ganga y la mena. Además, es una materia inorgánica.
- **Minería.** Sector de la industria que se encarga de localizar, extraer, procesar y comercializar minerales y rocas con valor económico.
- **Orientación:** Es la ubicación de la discontinuidad en el espacio, se determina por su rumbo y su buzamiento. Cuando un conjunto de discontinuidades se muestran con una orientación parecida, se dice que están aproximadamente paralelas y que conforman un "sistema" o una "familia" de discontinuidades.

- **Perfil geotectónico:** Se refiere a la serie de acciones que incluyen el estudio del subsuelo, así como los análisis y sugerencias para el diseño y la construcción en ese mismo subsuelo.
- **Perfil litológico:** Es la rama de la geología que se encarga de analizar la constitución y estructura de las rocas, incluyendo sus propiedades físicas y químicas, su tamaño de grano, estructuras metamórficas, entre otros aspectos. También abarca su textura, su composición mineralógica, la clase de transporte, el material cementante y la distribución espacial.
- **Perforación:** Es la primera operación que se realiza al preparar una explosión. Su objetivo es crear en la roca orificios cilíndricos llamados taladros, que se usan para contener el explosivo y sus accesorios iniciadores..
- **Persistencia:** La extensión en tamaño o área de una discontinuidad. La masa rocosa será más estable si la persistencia es menor, y, en cambio, si esta es mayor, la estabilidad de la masa rocosa disminuirá.
- **Pliegues:** Son formaciones donde los estratos aparecen en forma curva. Se trata de intrusiones de roca ígnea con una forma tabular, que suelen ser verticales o escarpadas.
- **Potencia.** Ancho o espesor de un depósito mineralizado que se mide en dirección perpendicular a las cajas.
- **Productividad. -** Es la proporción entre el número de servicios y productos que se generan y el número de recursos que se emplean.
- **Relleno:** Son los elementos que están localizados dentro de la discontinuidad. La masa rocosa es más competente cuando los materiales son más duros y menos competente cuando son suaves.

- **Roca intacta:** Es el bloque que se encuentra entre las discontinuidades y que podría ser representado por una muestra de mano o un fragmento de testigo empleado en pruebas de laboratorio.
- **Roca meteorizada:** Se trata de la descomposición de minerales y rocas que sucede en la superficie terrestre o en su proximidad, cuando estos elementos se ponen en contacto con el agua, la atmósfera y los seres vivos.
- **Rugosidad:** Se refiere a la rugosidad o falta de uniformidad de la superficie de la discontinuidad. La competencia de la masa rocosa será menor si la discontinuidad tiene menos rugosidad, y mayor si tiene más.
- **Rumbo (STRIKE).** Se refiere al rumbo de la veta, el estrato o el manto en inclinación con respecto al norte magnético y se mide en un plano horizontal.
- **Veta o Filón.** Son estrechas hendiduras en la corteza terrestre que se llenan de mineral, con una inclinación normalmente superior a los 30 grados y un desarrollo constante en largo, ancho y profundo
- **Yacimiento de Mineral.** Constituido por uno o más minerales que incorpora materiales metálicos útiles sin importar su tamaño o la forma que tenga el conjunto.
- **Zonas de corte:** Son bandas de material que pueden tener un espesor de varios metros y en las cuales se ha producido la falla del material rocoso.
- **Zonificación geomecánica.** - Método de delimitación de áreas con condiciones geomecánicas semejantes en la masa rocosa, lo que se traduce también en un comportamiento parecido.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Con el detallar del Marco de los Sistemas de Ingeniería se efectua el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

a) Se podrá desarrollar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para Diseñar la explotación en la UEA. Huachocolpa Uno.

b) Sera factible utilizar los Sistemas de Ingeniería para monitorear y comparar el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

X: Marco de los Sistemas de Ingeniería en la UEA. Huachocolpa Uno.

2.5.2. Variable dependiente

Y: Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 4. *Operacionalización de variables*

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Marco de los Sistemas de Ingeniería en la UEA. Huachocolpa Uno.	Los KPI´s operacionales en los cuales se detalla los índices de productividad de la Operación enfocándonos en el análisis del rendimiento de los equipos de perforación, índices de tonelaje y los Factor de carga explosiva en sus labores de explotación, así mismo se detallan los trabajos realizados en el área de planeamiento como son: Levantamientos topográficos subterránea (Topografía Minera), para actualización de planos, diseño de secciones y modelamiento de labores horizontales e inclinadas por loque se requiere mantener todo el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones.	Planeamiento de Mina Operaciones Mineras Metodo de Explotacion	Parametros Geomecanicos Ciclo de Minado Seguridad
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.	En Huachocolpa, que incluye una porción de los departamentos de Ayacucho y Huancavelica, se ubica en el sector oriental de la Cordillera Occidental, a alturas que oscilan entre los 4000 y los 5200 msnm. En las cercanías de la unidad minera, se forma una sucesión de rocas volcánicas y sedimentarias que cubren edades del Paleozoico al Cuaternario. Por lo tanto	Compañiua Minera Kolpa	Topografia Minera Perforacion y Voladura Software Minero

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
		para el proceso de produccion en UEA. Huachocolpa, se desarrollan los diferentes sistemas de Ingenieria, para generar un diseño que permita su adecuada minado cumpliendo con los parametros de la mina, por lo tanto se requiere continuar con estos procesos de la ingenieria para el control de las operaciones en Compañía Minera Kolpa.		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

- Se determina que se trata de una investigación cuantitativa, basada en el marco de sistemas de ingeniería y el diseño de las operaciones.
- **Aplicada:** En el proceso de explotación y desarrollo de la Mina Kolpa, teniendo como objetivo el diseño de las operaciones de la Unidad Huachocolpa Uno.
- **Experimental:** Gracias a la evolución de los sistemas de ingeniería y a la información recopilada durante el proceso.
- **Documental:** Por la documentación desplegada en la realización de la investigación.
- **De campo y de laboratorio:** Por los resultados obtenidos de los Sistemas de Ingeniería en la investigación.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo y correlacional, de acuerdo con el alcance y el diseño que se detallan en las secciones siguientes.

3.3. Métodos de investigación

El Enfoque cuantitativo, hipotético deductivo, paradigma positivista y alcance de naturaleza descriptiva. Método deductivo: Analisis de los datos generales para llegar a una conclusión determinativa. Método inductivo: Obtener las conclusión general a partir de los dato obtenidos y los antecedentes de la Mina Kolpa y los trabajo de campo efectuados por el sistema.

3.4. Diseño de investigación

El diseño corresponde a la investigación cuantitativa, descriptiva y correlacional, de los Sistemas de Ingeniería con lo cual se determina el diseño la mina.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está conformada por todas las labores de la Mina, en los cuales se aplica los Sistemas de Ingeniería.

3.5.2. Muestra

La Muestra vienen a ser el desarrollo de las operaciones de la mina, como son los accesos, galerías, chimeneas, cruceros, etc., ejecutados durante las operaciones de la mina.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Descripción de las técnicas empleadas

- Selección y análisis de datos

  Se recolecta la información histórica de los procesos efectuados por los Sistemas de Ingeniería.

- Observación directa y toma de datos

  Se efectuaron los controles en su ejecución, mediante monitoreos de los trabajos realizados.

- Búsqueda de Información Bibliográfica

  Se tomaron referencias del proceso de otras empresas.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Materiales

- Planos topográficos.
- Mapeos geomecanicos para la obtención de los parámetros técnicos.
- Informes Geotécnica – Geomecánica.
- Reporte de procesos realizados.
- Informe de los avances de la mina.
- Libreta de campo.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El Marco de los Sistemas de Ingeniería permite la conduccion prinpal para desarrollar los trabajos de la mina, aplicado la automatizacion en cada sistema los cuales permiten tener diseños efectivos para las operaciones de la mina, inovacion de equipos, modernizacion de los sistemas, reduccion de tiempos, disminucion o reduccion de los porcentages de dilucion. Sistematización de toda la mina mediante un proceso continuo de actualización en las operaciones.

3.8. Tratamiento estadístico

Las acciones del marco de los Sistemas de Ingeniería, permiten obtener una estadística en los procesos y lograr un modelo estadístico los cuales reflejen los resultados obtenidos de todo el proceso.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La "ética" se refiere a la afirmación auténtica, manteniendo el respeto por las personas y las entidades, cumpliendo con las reglas impuestas por la sociedad y la ética.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Delimitación del proceso actual

La mina tiene dos rampas de acceso principales a todas las operaciones (Rampa 01 y Rampa 02), que están conectadas al nivel 4230 a través del BP 156 y el BP 179. Además, ya se han implementado los niveles principales: 4180, 4230, 4280, 4330, 4380, 4430, 4480, 4518 y 4555. Las operaciones se han dividido en dos áreas desde el punto de vista operativo, la zona Oeste y la zona Este; sin embargo, las áreas que se reconocen cotidianamente son las siguientes:

- Batería de la 179 (SN 179-1, SN 179-2, SN 179-5, SN 179-A, entre otros).
- Batería de la 180 (TJ 180, SN 426, SN 421, entre otros).
- Batería de la 990 (RP 990, TJ 991, SN 120, SN 121, SN 122, entre otros).
- Batería de la 850 (BP 801, SN 852, SN 851, entre otros).
- Batería de la 064.
- Batería de la 060 (SN 060-1, SN 060-2, SN 060-3, entre otros).
- La profundización (RP 063, TJ 440, entre otros).

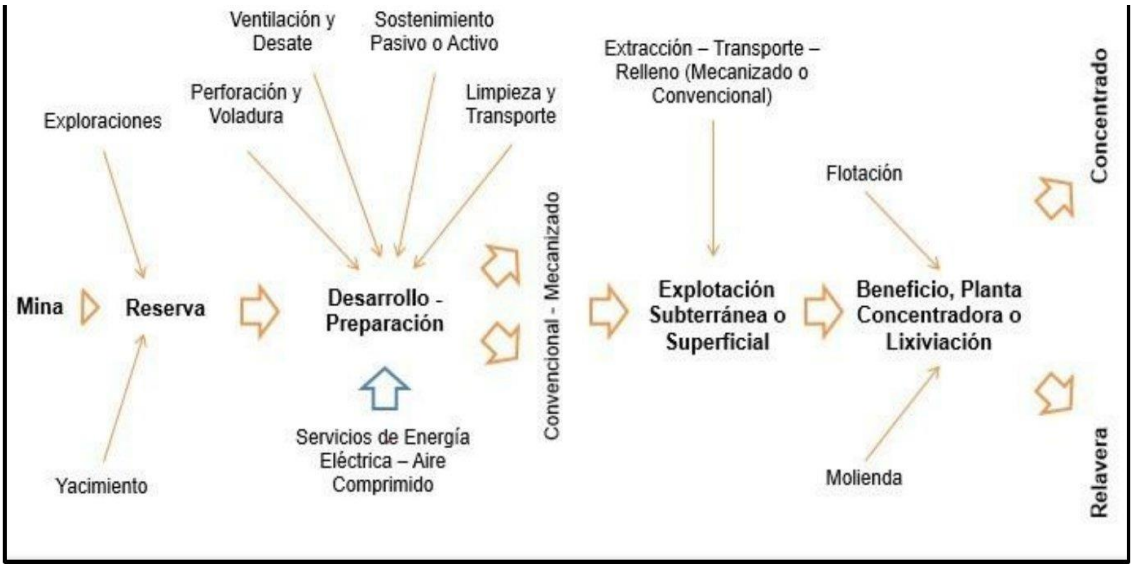
Además, hay zonas antiguas que han sido trabajadas en las vetas Caudalosa, Jessica, Elizabeth, Rublo y Silvia, donde se han llevado a cabo trabajos de exploración, desarrollo, preparación y explotación.

En la actualidad se están llevando a cabo trabajos de rehabilitación en GL 307, GL 505 TJ 860, TJ 010 y otras que son parte de la veta Bienaventurada.

4.1.2. Proceso productivo

El proceso productivo de la Compañía Minera Kolpa para generar los concentrados que comercializa hoy en día, consta de una serie de etapas las cuales se describen en la Figura 4.

Figura 4. *Proceso Productivo de Compañía Minera Kolpa S.A.*



Fuente: Elaboración Propia

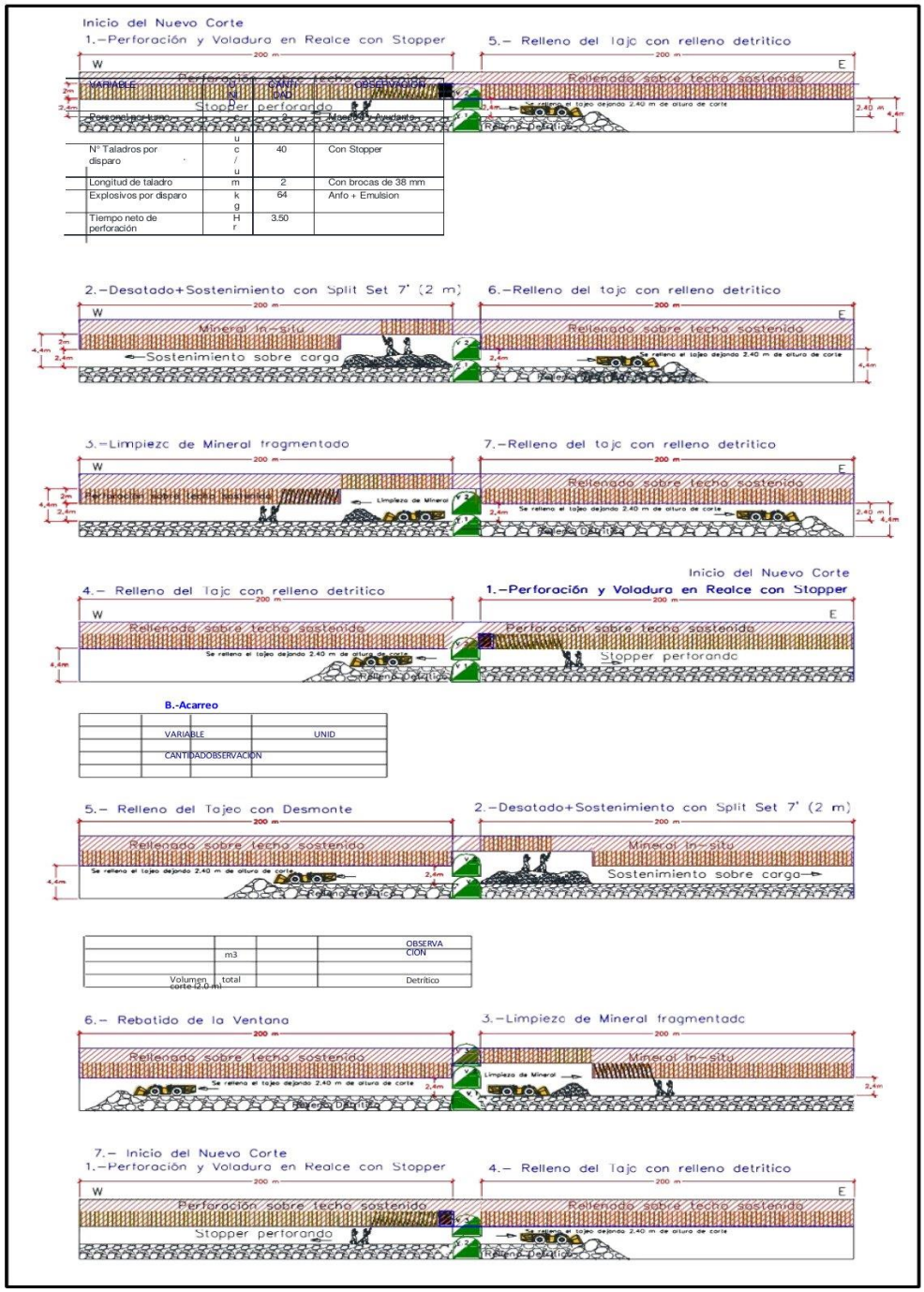
4.1.3. Métodos de explotación

El método de explotación que se aplica en la Unidad Minera Huachocolpa Uno, es, en primer lugar, el procedimiento de "Corte y Relleno Ascendente" en Uper y Bresting; este puede realizarse de manera tradicional o, en ciertos tajeos, a través de equipos mecanizados con bajo perfil que dependen del tamaño del tajeo Bench and Fill. Otro método que viene siendo aplicado y el con mayor proyección, es un método hibrido entre el Sub Level Stoping y el Cut and File.

Explotación por Corte y Relleno.

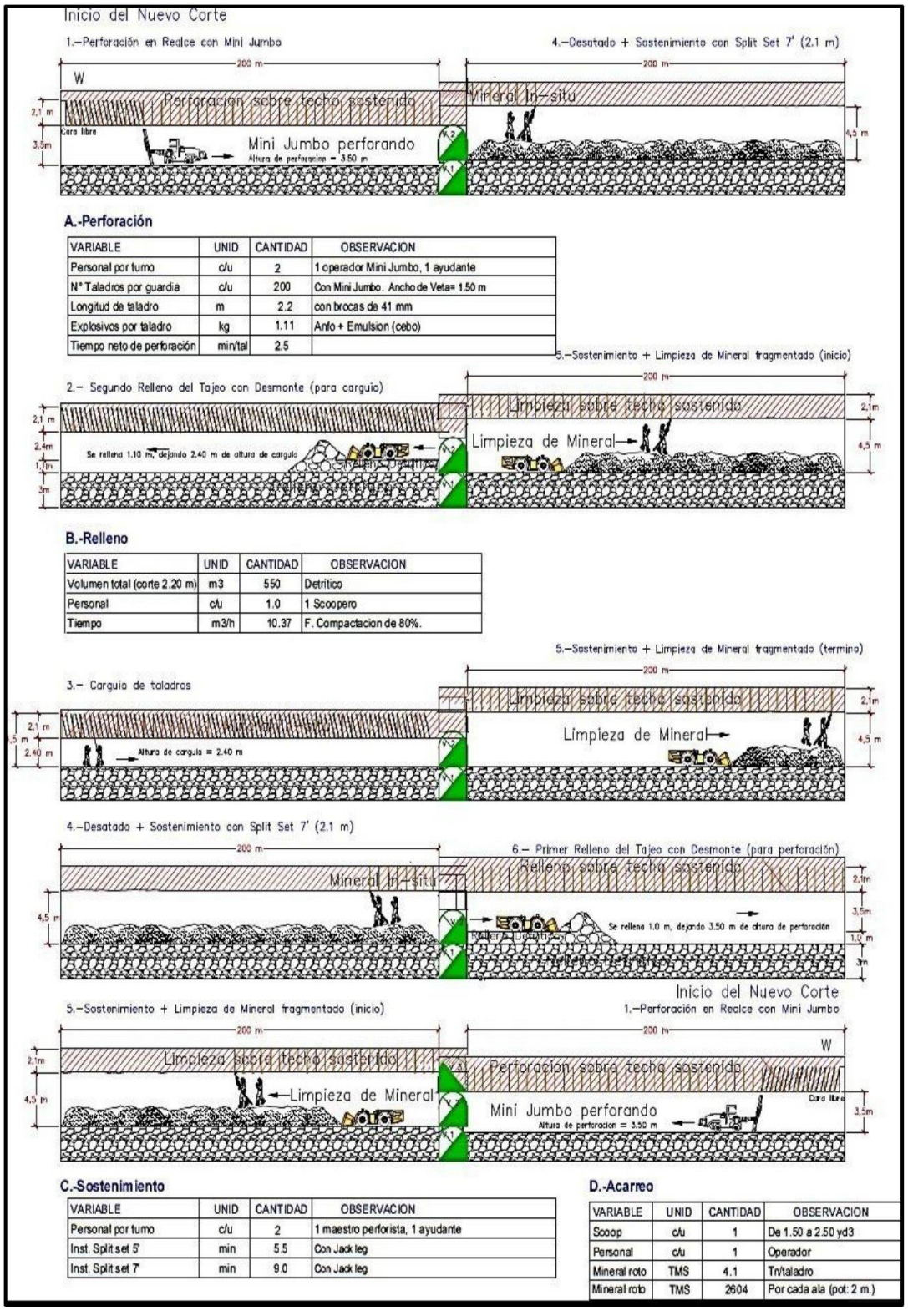
Este método consiste en cortar el mineral en rebanadas horizontales, el cual es reemplazado por material estéril como relleno, que sirve de piso de trabajo y medio de sostenimiento (Figura 5).

Figura 5. *Método de explotación Cut and Fill Stoping (Ciclo de Minado Mecanizado con Stopper/Jack Leg)*



Fuente: Departamento de Planeamiento

Figura 6. *Ciclo de Minado Mecanizado con Mini Jumbo.*



Fuente: Departamento de Planeamiento

Este método de extracción tiene como rasgos que presenta un costo alto por tonelada, una gran recuperación y una escasa dilución.

Con perforadoras horizontales o con perforadoras que se dirigen hacia arriba, el mineral puede ser explotado. Esto posibilita una productividad extraordinaria y la acumulación de perforadoras a lo largo del tajeo.

Las condiciones que se establecen por el método antes de la explotación son las que corresponden al reconocimiento geológico y geotécnico, además del reconocimiento de la estructura del yacimiento en sí.

Reconocimiento Geológico

El reconocimiento geológico incluye:

- Trazo de niveles importantes.
- Trazo de niveles separados: Subniveles.
- Apertura de las verticales (Chimeneas).

Reconocimiento Geotécnico

La resistencia de las cajas y el relleno mineral se determina mediante el reconocimiento geotécnico.

Condiciones de Aplicación

- Mineral de alto valor económico
- Yacimiento de potencia promedio entre 0.20 a 1.50m
  - Buzamiento de la veta entre 45 a 90
- Mineral y cajas relativamente inconsistentes.
- Mineral de normal ley.
- Extensiones de tajo.
  a. Longitud varía de 25 a 40 metros.
  b. Separación de nivel a nivel= 50 ó 100 m
- Presencia de material de relleno.

Preparación

La galería que se crea primero es la que facilita el desalojo del mineral de los bloques a ser explotados. Esta sirve para construir dos chimeneas que conecten con el nivel superior, cuyo propósito es permitir la ventilación. En nuestro caso, el rellenado será insitu y la función primordial de estas chimeneas será ventilar.

Las chimeneas a correr se excavan en la actualidad con una perforadora Stoper o Jack Leg, que son fabricadas por la empresa ATR.

Explotación

La explotación del mineral en los tajeos se inicia con la acumulación de los taladros a lo largo del tajo entero, para luego disparar el mineral en lotes hasta llenar todo el tajo. Después, se hace una limpieza por tajadas ascendentes sobre el relleno previo, dejando un espacio entre el relleno y el mineral in-situ que permite perforar y disparar.

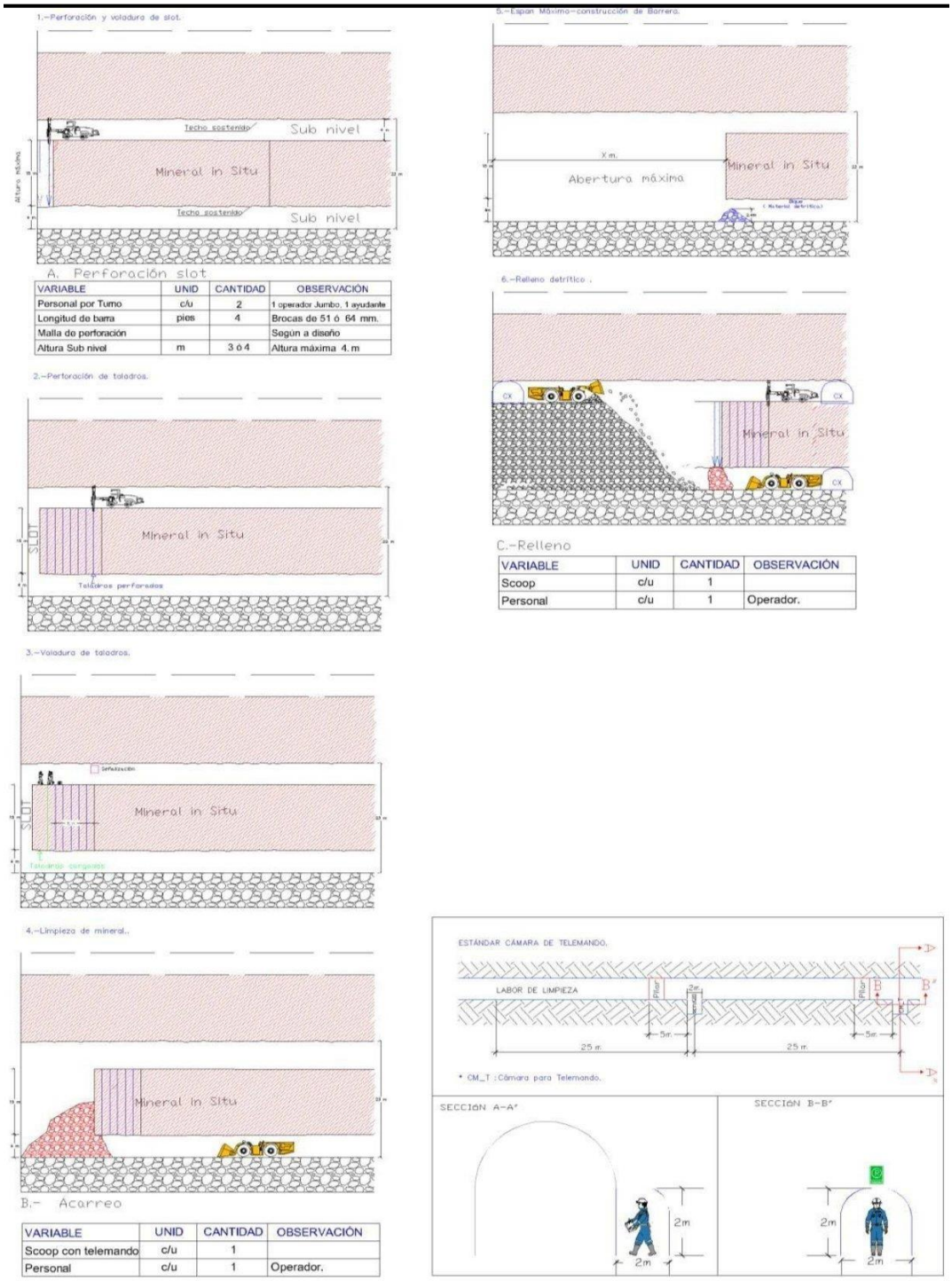
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Explotación por taladros largos

El método Bench and File o también denominado AVOCA, Es un procedimiento muy flexible y tiene la capacidad de ajustarse a la forma del cuerpo mineral. A través del "drifting", se extrae el mineral, y después de que se crean los "drift", se rellenan. Como consecuencia, el método es caro en comparación con los demás. Por otra parte, la dilución suele ser baja y la recuperación es elevada. Para la extracción de yacimientos que tienen cuerpo mineral de alta ley, este método es adecuado (Hustrulid & Bullock, 2001). El B&F se distingue por realizar la extracción de forma longitudinal a la veta. Se construyen subniveles, uno superior y otro inferior, dejando un banco de mineral entre ellos. Este último se extrae de manera progresiva con perforadoras largas. A medida que el mineral del banco se va rompiendo por un

frente y limpiando a través del subnivel inferior, el otro frente va rellenando el tajeo desde el subnivel superior con relleno detrítico, preferentemente seco. De este modo, se reduce la longitud de las cajas expuestas y el relleno sostiene estas últimas. Esto se ilustra en la siguiente ilustración.

Figura 7. *Método de explotación Bench and Fill*



Fuente: Departamento de Planeamiento

4.2.2. Características geológicas y geomecánicas

La estructura más relevante de la Mina es La Veta Bienaventurada, que cuenta con una longitud de 3.5 km y una potencia media de 1.50 metros, aunque hay áreas específicas en las que alcanza los 6 metros. Muestra un buzamiento cambiante entre 58° y 72°.

La mineralización más frecuente es la pirita, galena argentífera, marmatita y esfalerita; todos están rodeados por una matriz de andesita volcánica.

El RMR, tanto en el mineral como en las cajas de piso y techo, refleja la calidad de la masa rocosa en la Veta Bienaventurada. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 5. *Calidad de macizo rocoso - Veta Bienaventurada*

Litología	Rango RMR	Calidad
Caja techo alejada	31 - 72	IVA, IIIB, IIIA, y II
Caja techo inmediata	23 - 56	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Estructura mineralizada	24 - 54	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Caja piso inmediata	25 - 52	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Caja piso alejada	43 - 61	IIIB, IIIA y II

Fuente: Departamento de Geomecánica

4.3. Prueba de hipótesis

Se efectúa de cuerdo a las variables: Independiente y dependiente, que fueron determinadas, se acepta la hipótesis en la que se realiza el Estudio Geomecánica para implementar el sostenimiento con Shotcrete vía húmeda en la mina Coturcan - Compañía Minera Lincuna S.A.

- H0: Estudio Geomecánico para efectuar el sostenimiento en la Mina Coturcan.
- H1: Sostenimiento con Shotcrete vía húmeda en la Mina Coturcan.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Resultados de los sistemas de ingeniería

- Conceptos básicos de productividad (KPI operacional).
- Conceptos básicos de seguridad y salud ocupacional en minería.
- Principales herramientas de gestión de seguridad.
- Topografía Minera.
- Modelamiento de labores horizontales e inclinadas con Minesight.
- Diseño de secciones de Taladros Largos con Minesight y AutoCAD 3D.

4.4.2. Conceptos básicos de productividad

El KPI, también conocido como indicador clave o medidor de desempeño o de rendimiento, es el dato más utilizado en este ámbito. Este se refiere a una medida que indica el nivel del rendimiento de un proceso específico, ya sea en la perforación y voladura, el carguío y transporte de mineral, entre otros. El indicador tiene un valor que se relaciona directamente con una meta establecida con anterioridad, y suele expresarse en términos de porcentaje.

KPI Operacional.

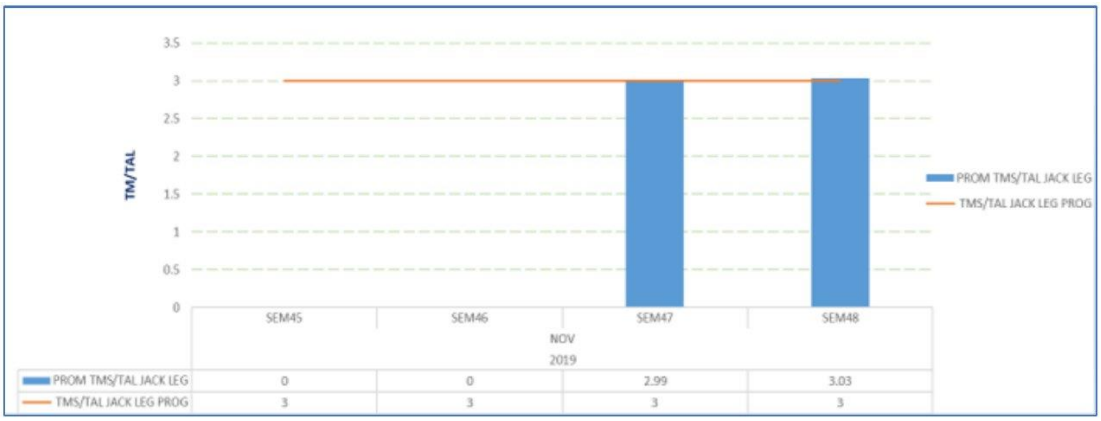
- **Rendimiento en taladros con Jack Leg:** En promedio se sabe que el rendimiento en taladros realizados con Jack leg es de 3 TM/ tal, lo que quiere decir que por cada taladro perforado con la maquina chica Jack leg se obtiene 3 TM de material (Explotación Corte y Relleno).
- **Rendimiento en taladros con Jumbo Muki:** En promedio el rendimiento en taladros realizados con Jumbo Muki es de 3.4 TM/ tal, un incremento de 13.3 % de más que en el caso anterior (Explotación Corte y Relleno).
- **Factor de Carga (Kg/m, Kg/m3, Kg/Ton):** La primera expresión Kg/m se utiliza en frentes de avance al igual que Kg/m3, cabe resaltar que en CIA

Minera Kolpa se usa los Kg/m. Los Kg/Ton se usan netamente en rotura en Corte y Relleno, Taladros Largos.

Rendimiento en taladros con Jack Leg (TMS/TAL).

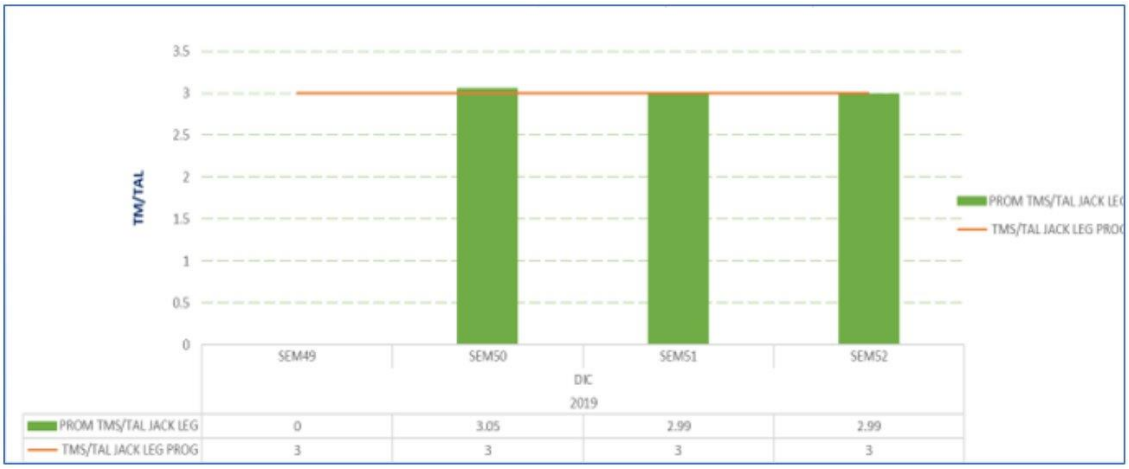
Este indicador es calculado a partir del tonelaje roto por una cantidad de taladros en el frente de disparo, ya sea en breasting (perforación horizontal) o realce (perforación vertical inclinada).

Figura 8. *Toneladas producidas por taladro Jack Leg*



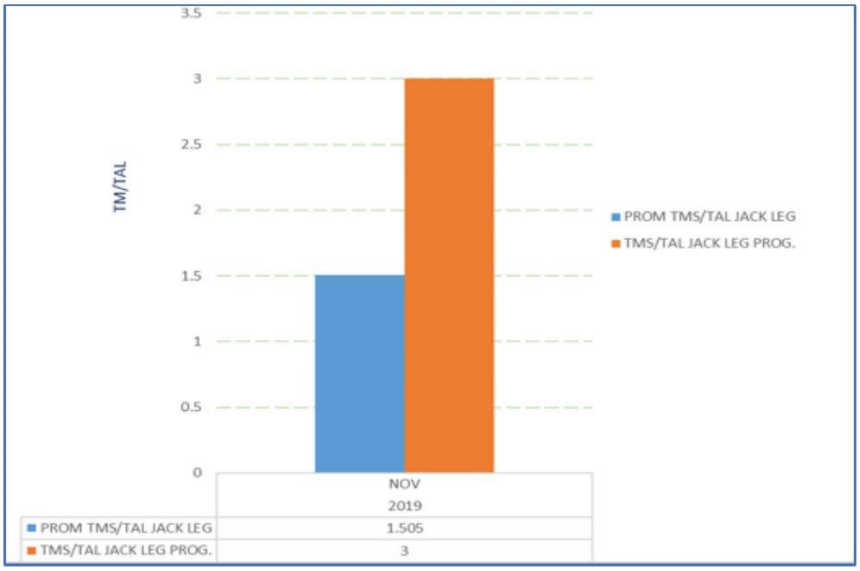
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. *Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg*



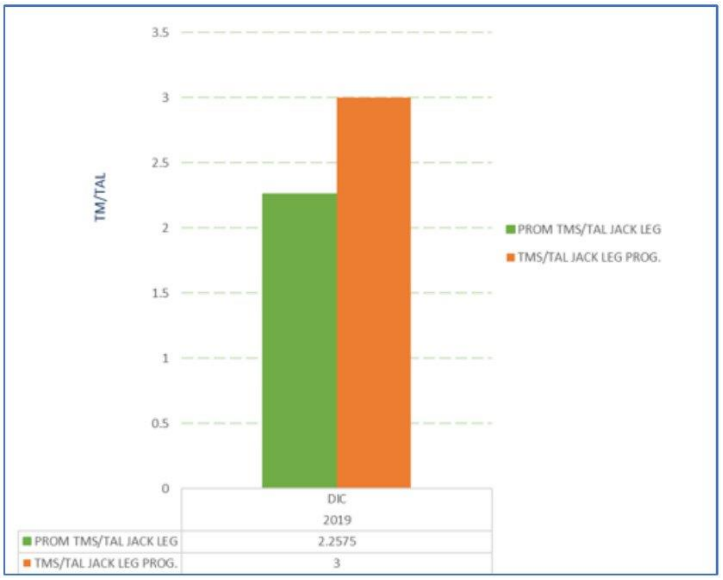
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. *Toneladas producidas por taladro Jack Leg*



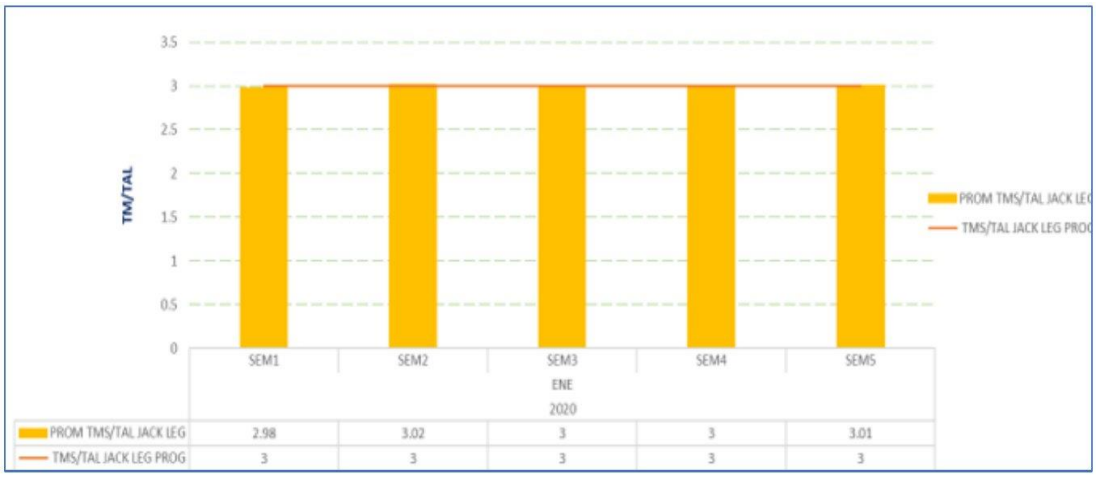
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. *Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg*



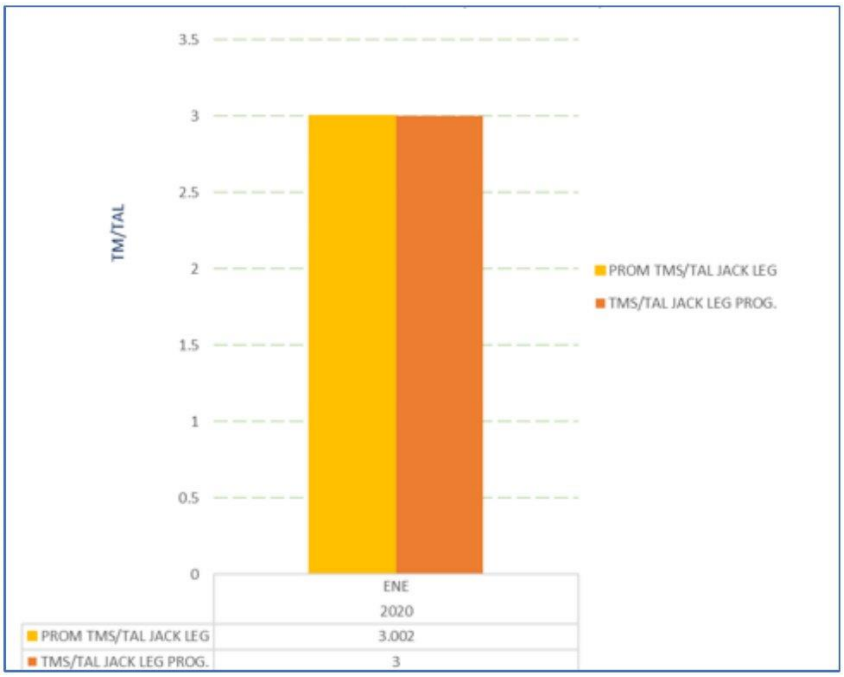
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. *Toneladas producidas por taladro Jack Leg*



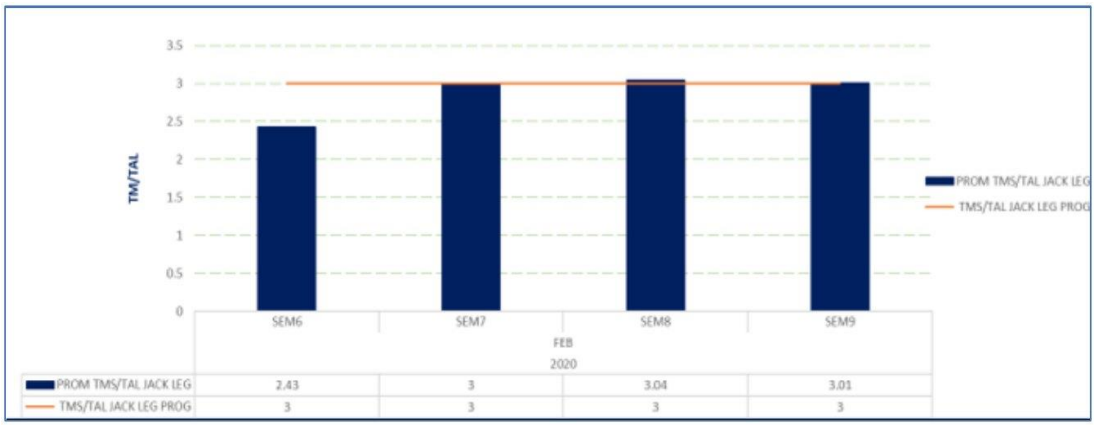
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. *Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg*



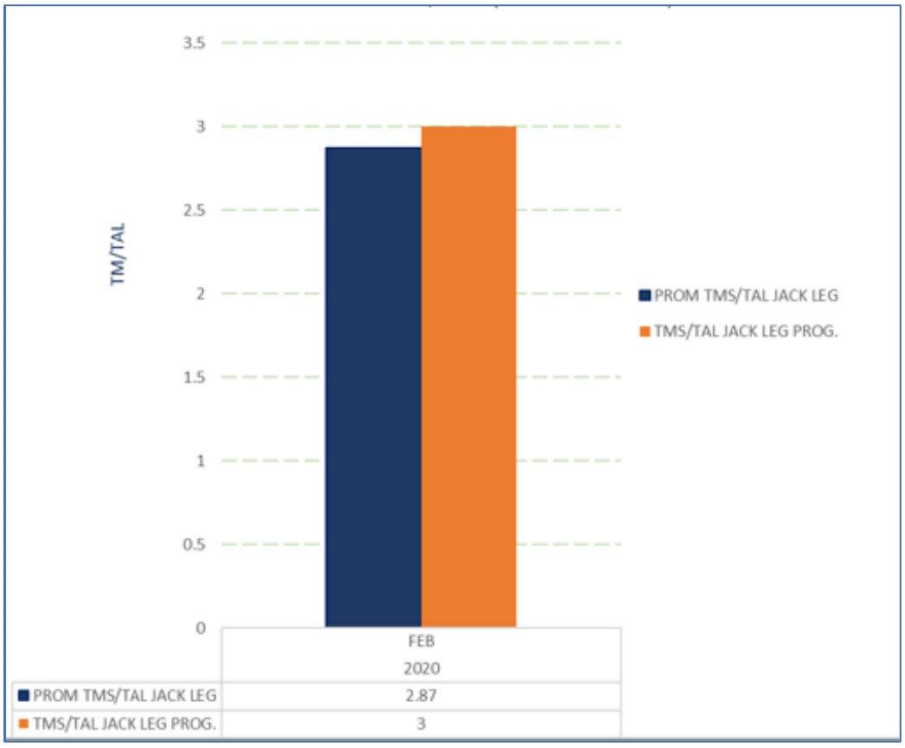
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. *Toneladas producidas por taladro Jack Leg*



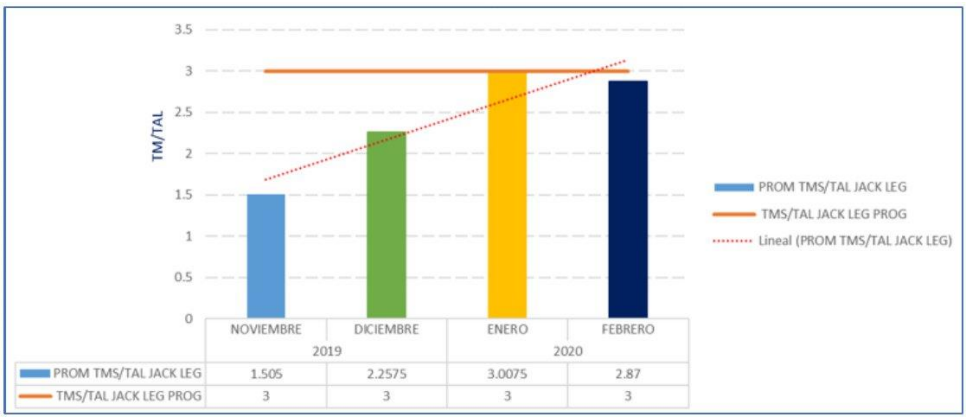
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. *Promedio de toneladas producidas por taladro Jack Leg*



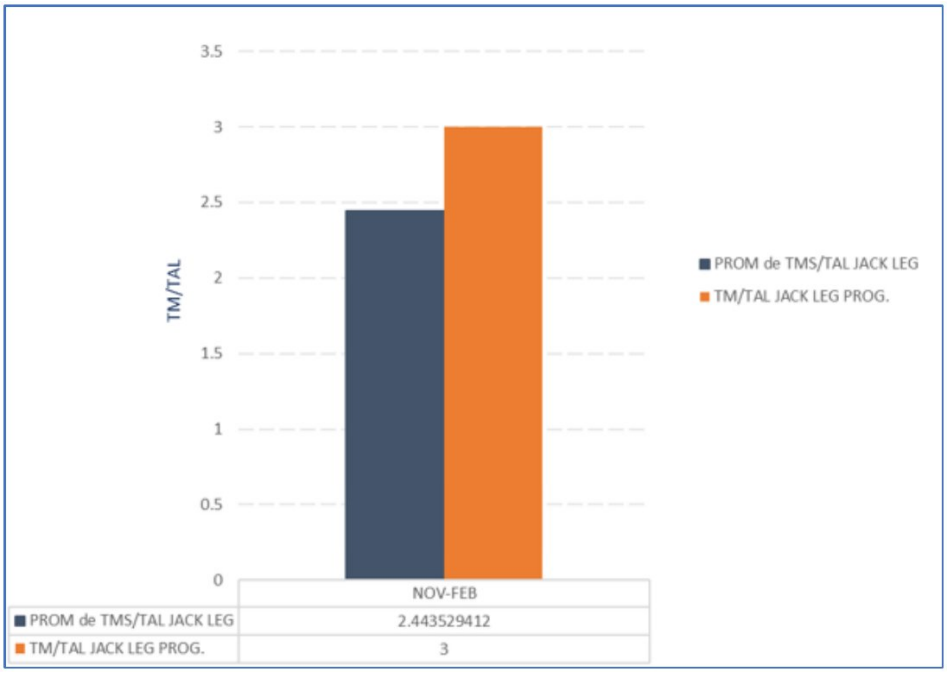
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. *Toneladas producidas por taladro Jack Leg entre los meses (noviembre - diciembre 2023)*



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. *Toneladas producidas en promedio entre los meses (noviembre - febrero 2023)*



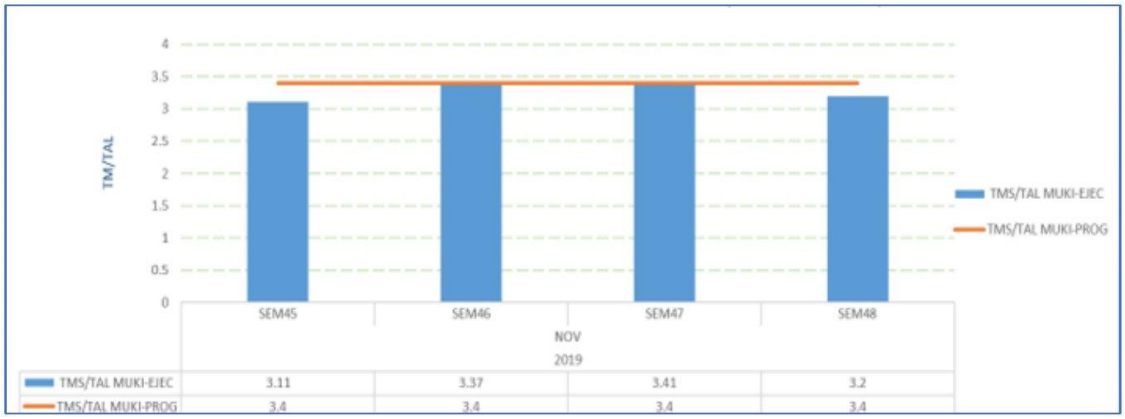
Fuente: Elaboración propia.

Rendimiento en taladros con Jumbo MUKI (TMS/TAL)

Este rendimiento es calculado a través del tonelaje producido por taladro perforado con un Jumbo MUKI, este tipo de equipos puede realizar perforaciones horizontales, inclinadas y verticales, en los siguientes gráficos se detalla como varían este rendimiento entre los meses de noviembre del 2019 a febrero del 2020, se sabe por datos históricos que dicho rendimiento es mayor al de la máquina perforadora Jack leg,

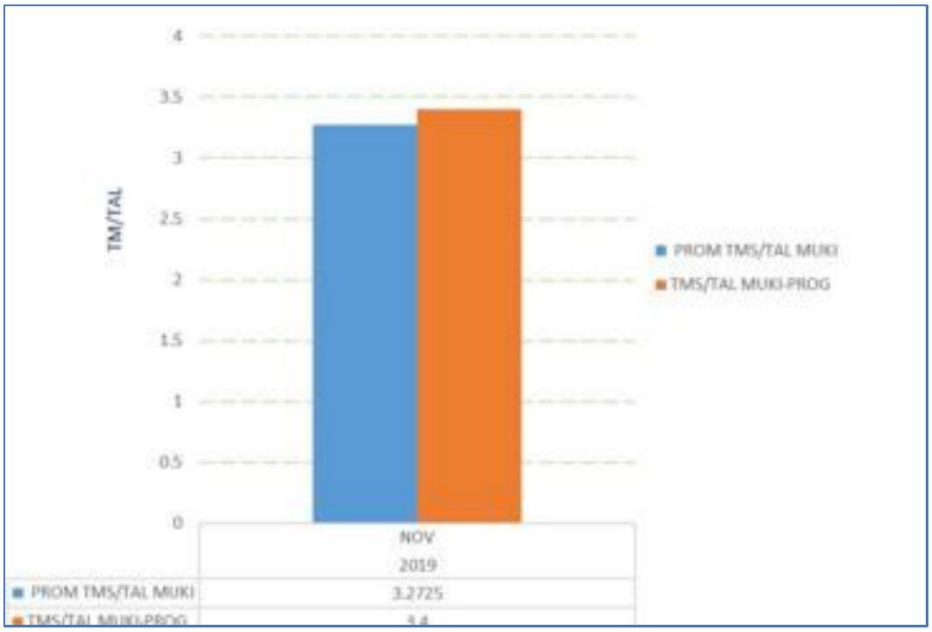
esto debido a que con este tipo de equipos mecanizados se puede controlar mejor la desviación y paralelismo de los taladros, además de que el tiempo de perforación es menor comparada con la máquina de pierna.

Figura 18. *Promedio de toneladas producidas por taladro Muki*



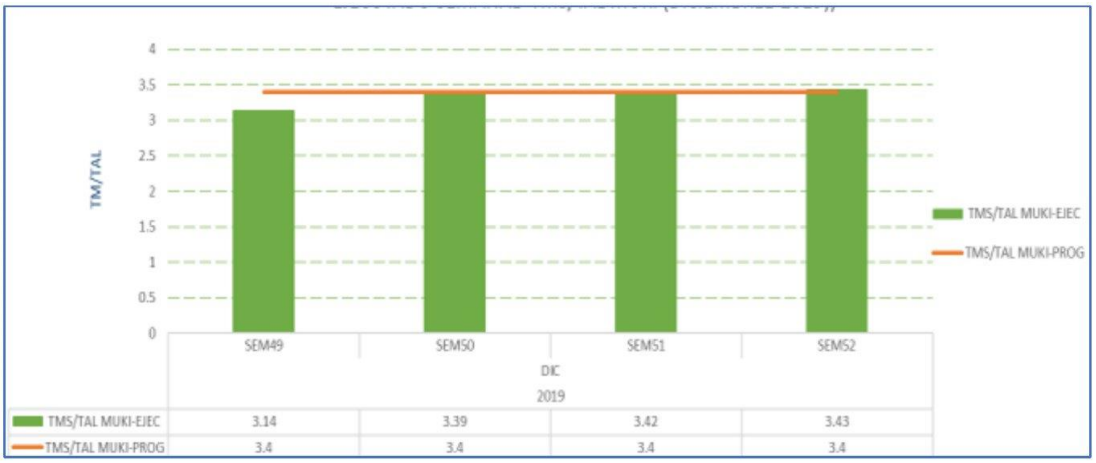
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. *Promedio de toneladas producidas por taladro Muki*



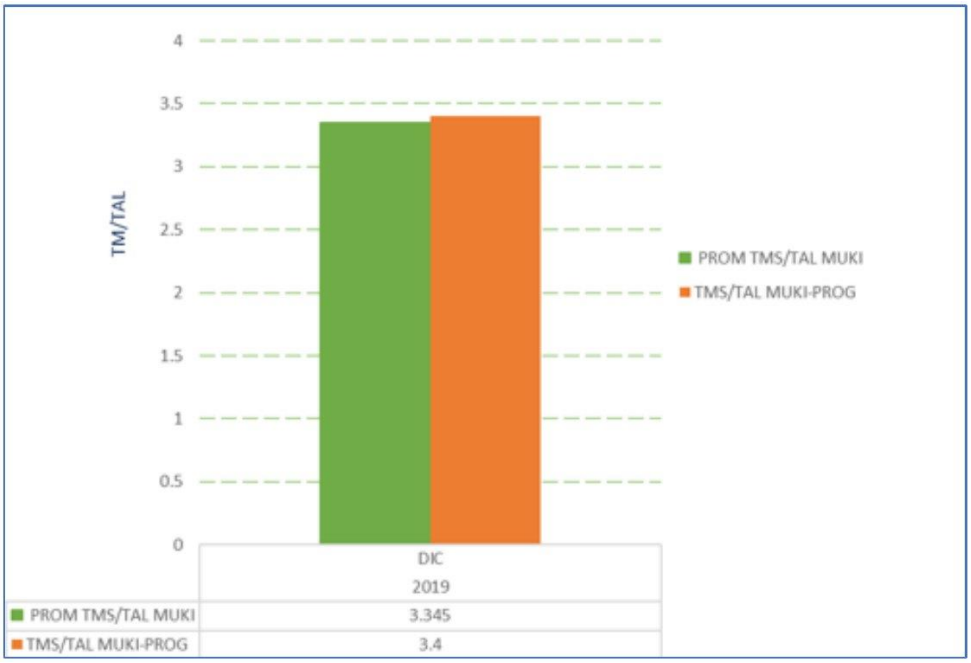
Fuente: Elaboración propia

Figura 20. *Toneladas producidas por taladro Muki*



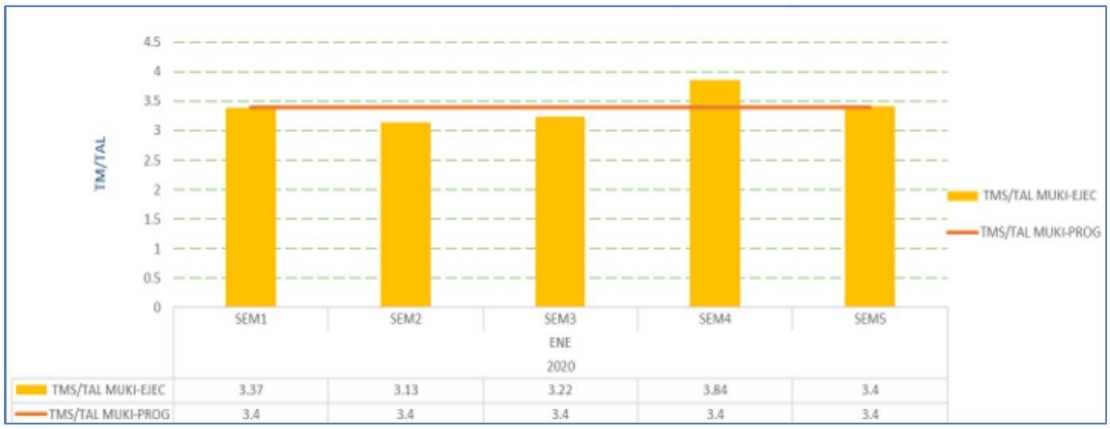
Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. *Promedio de toneladas producidas por taladro Muki*



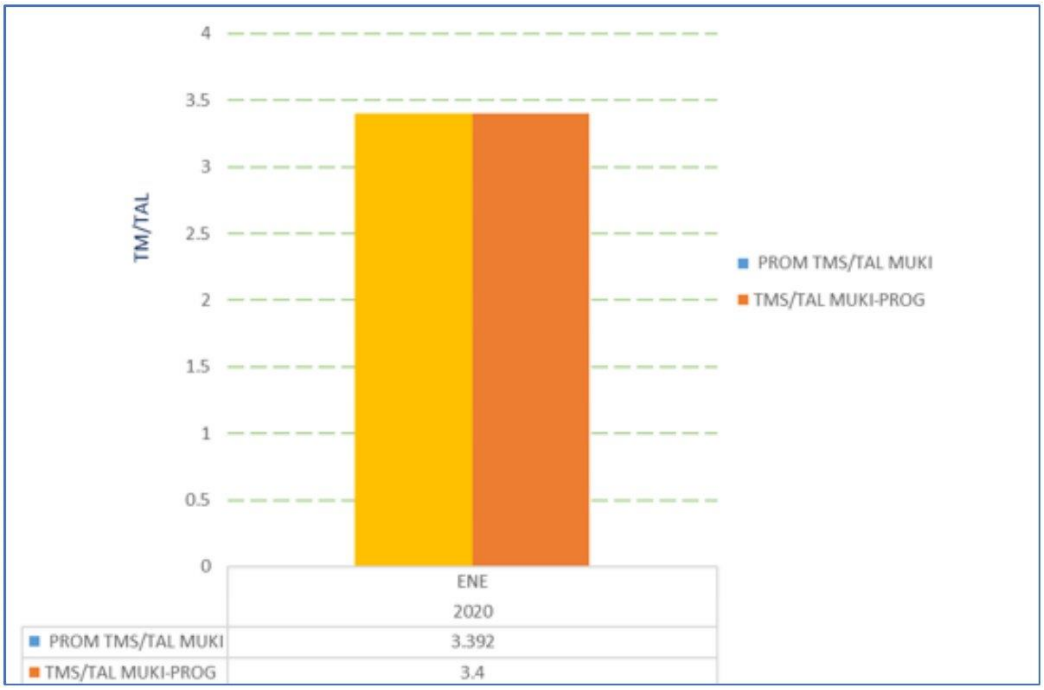
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. *Toneladas producidas por taladro Muki*



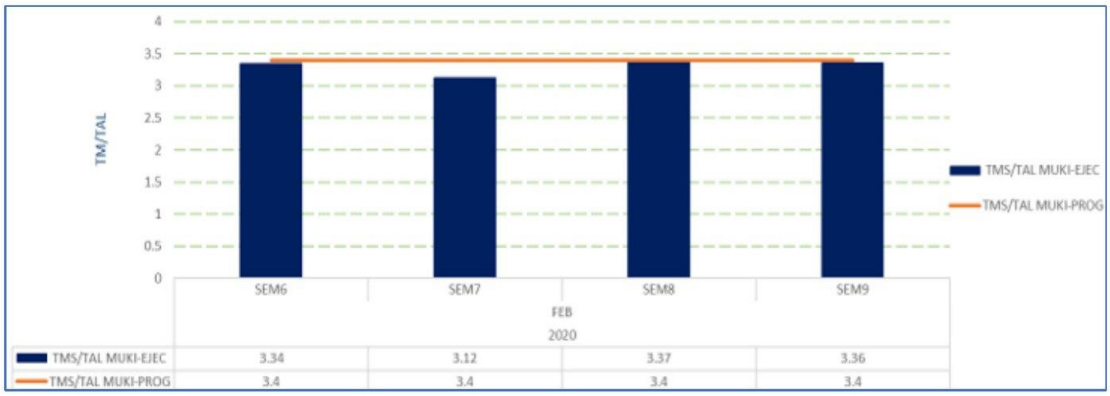
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. *Promedio de toneladas producidas por taladro Muki*



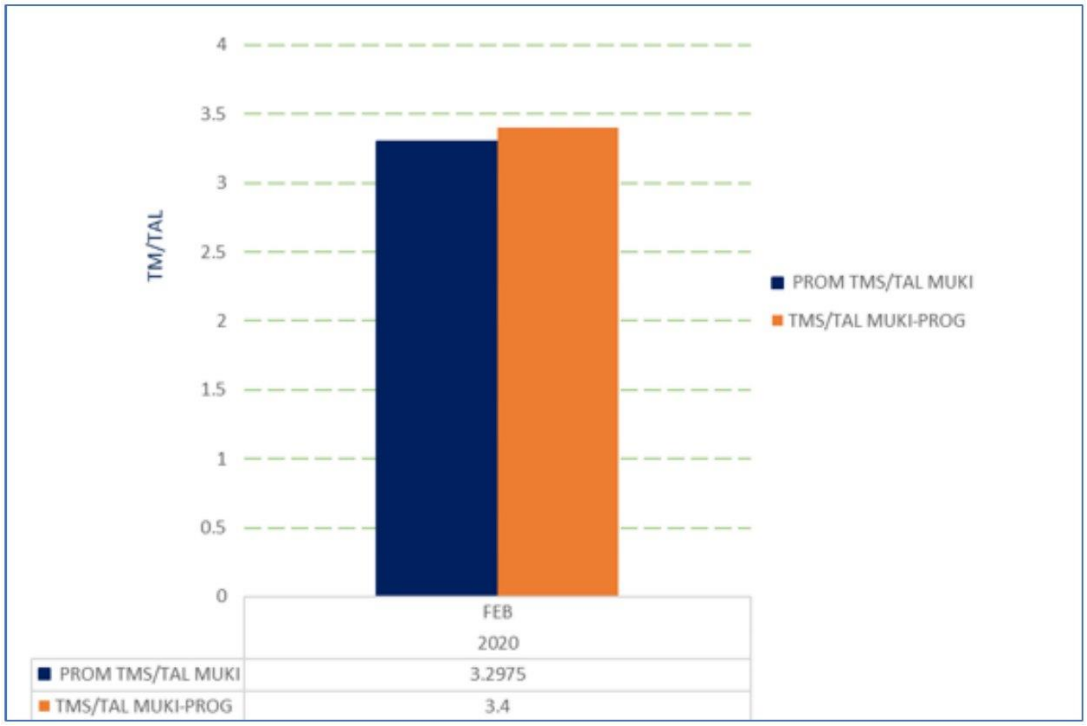
Fuente: Elaboración propia

Figura 24. *Toneladas producidas por taladro Muki*



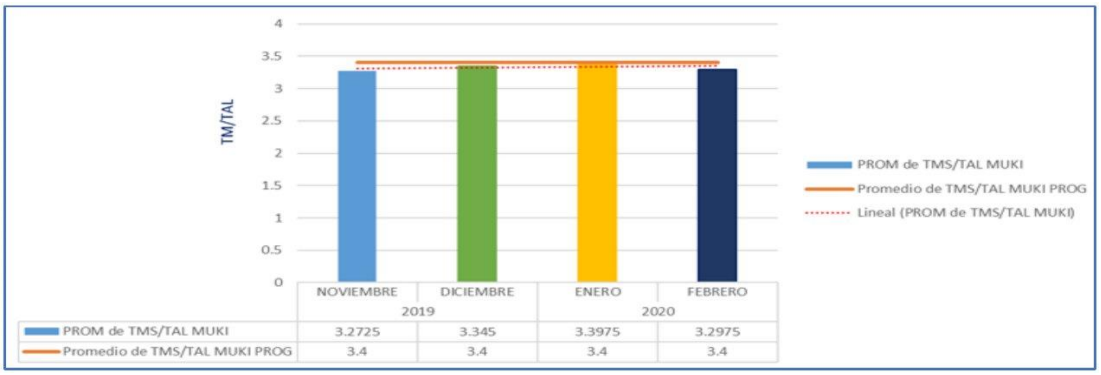
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. *Promedio de toneladas producidas por taladro Muki*



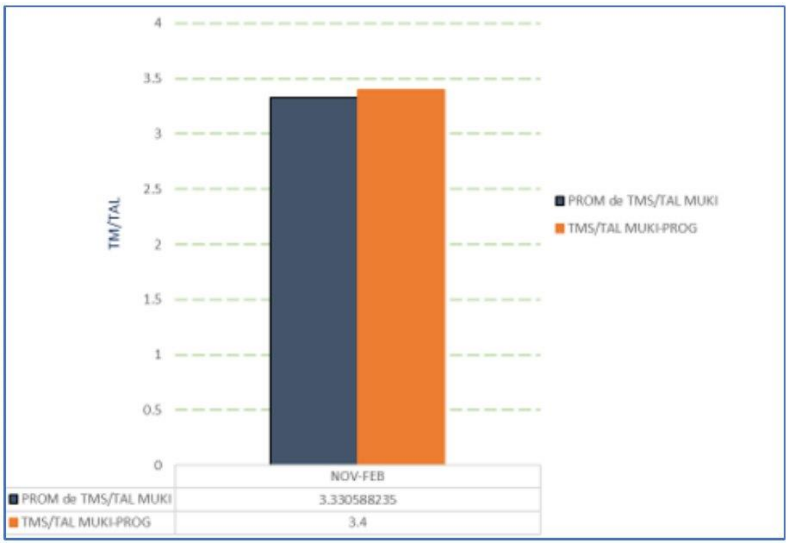
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. *Toneladas producidas en promedio*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. *Toneladas producidas en promedio*



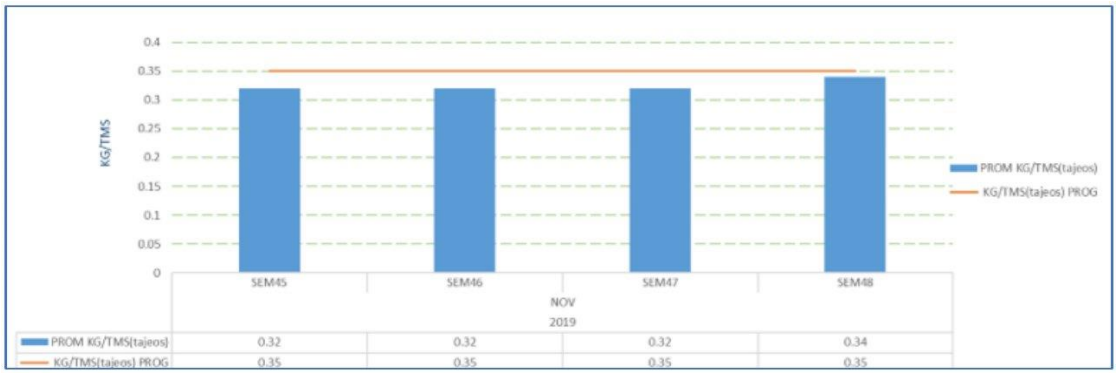
Fuente: Elaboración propia.

Factor de Carga en Tajeos (Kg/TMS)

Este indicador calcula la cantidad de explosivo usado por tonelada o metro cúbico de roca fragmentada. El tipo de roca y el grado de intemperismo influyen en el factor de carga, así como el tamaño de la roca que se quiere según las dimensiones de la trituradora, etc.

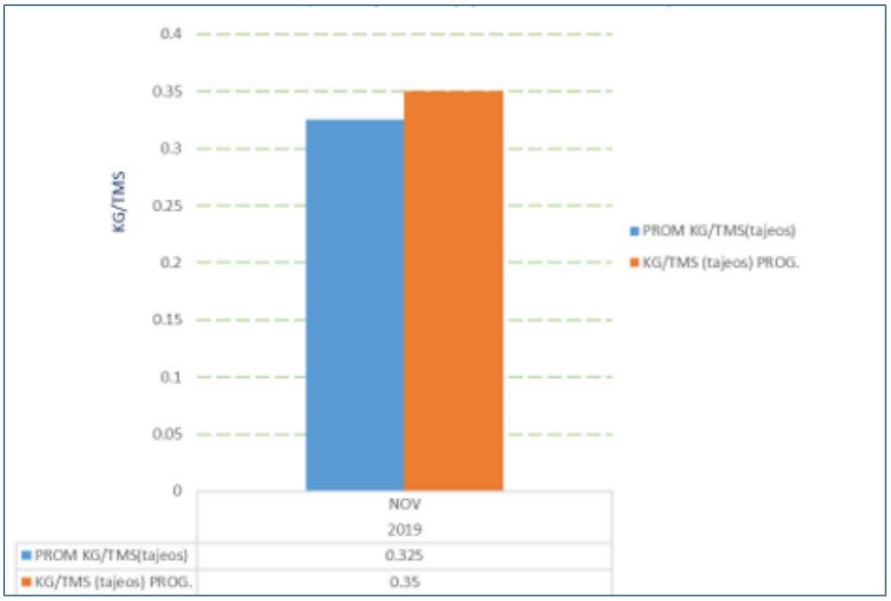
Se detalla el factor de carga en tajeos generados entre los meses de noviembre del 2022 a febrero del 2023.

Figura 28. *Factor de carga en tajeos*



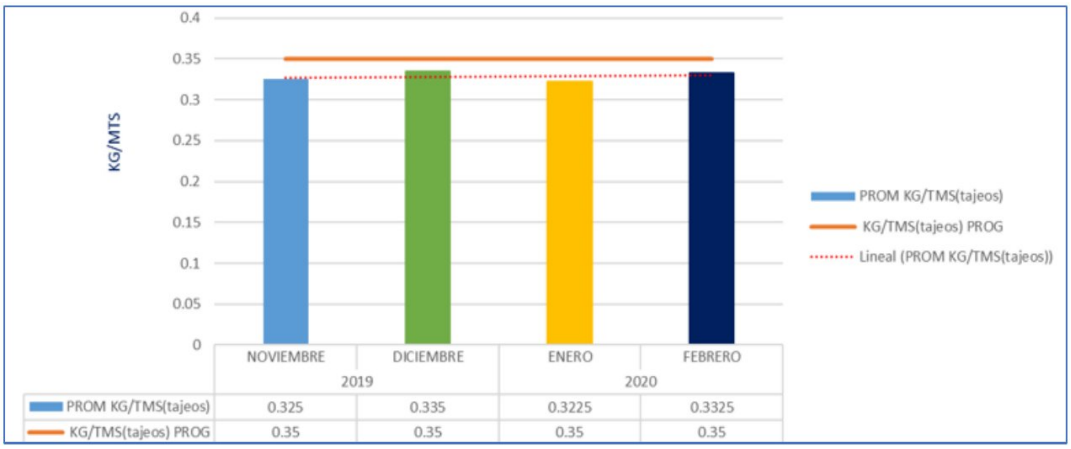
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. *Factor de carga promedio en tajeos*



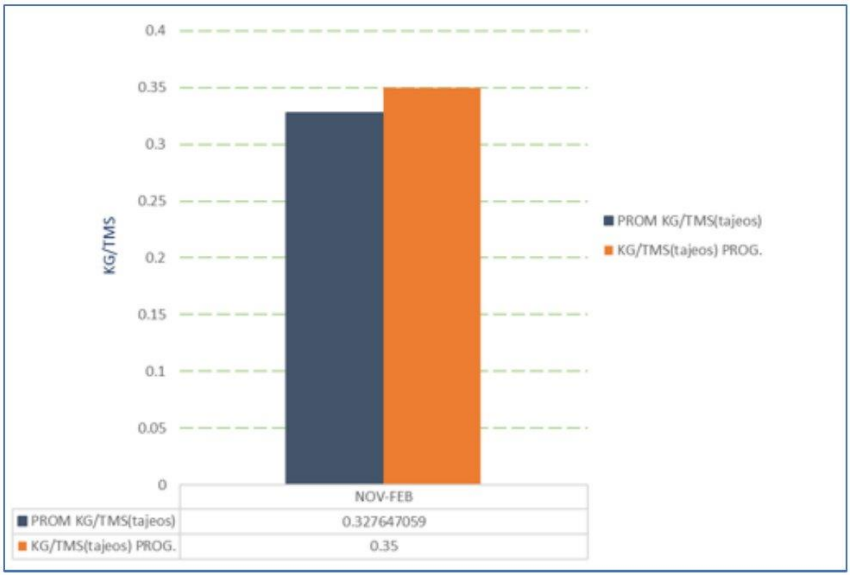
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. *Factor de carga en tajeos*



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. *Factor de carga promedio*

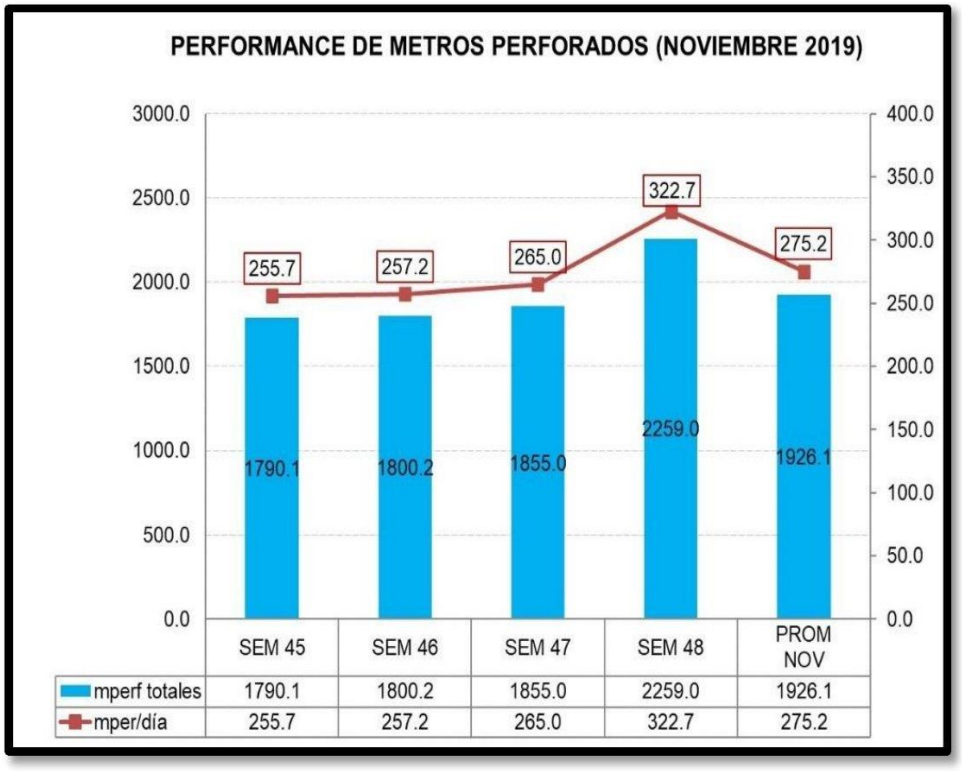


Fuente: Elaboración propia.

Metros perforados (Raptor Kolpa, Raptor MCEISA, Muki LHBP)

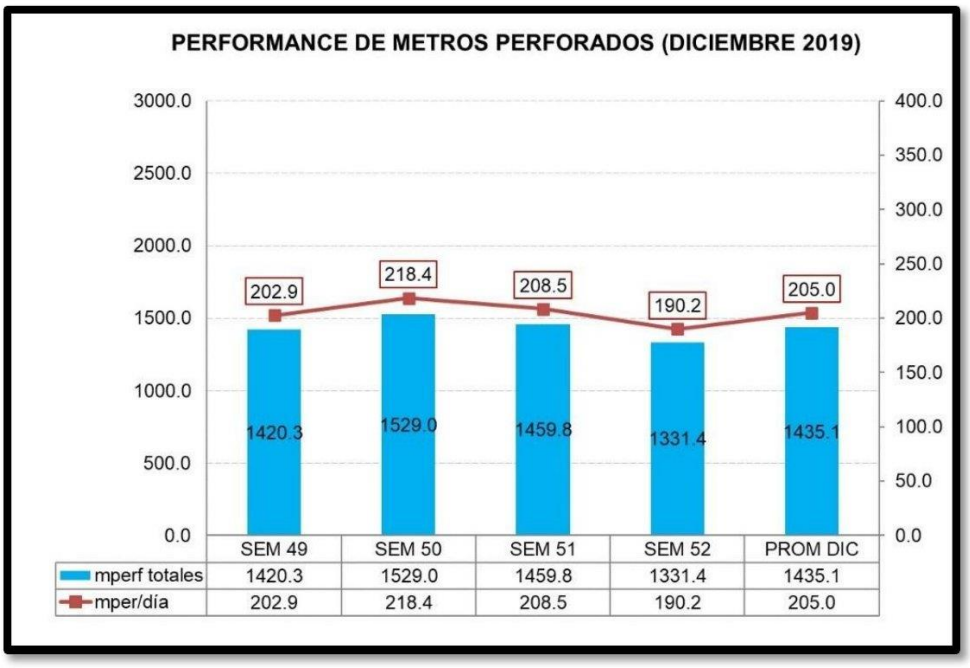
Es importante destacar que la compañía minera KOLPA ha adquirido recientemente el Muki LHBP. A partir del 16 de febrero de 2020, S.A. comienza a elaborar informes sobre perforación, por lo que la cantidad de metro perforados del mes de febrero incrementa en un 43.2% comparado con el mes de enero del 2020.

Figura 32. *Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (noviembre - 2019)*



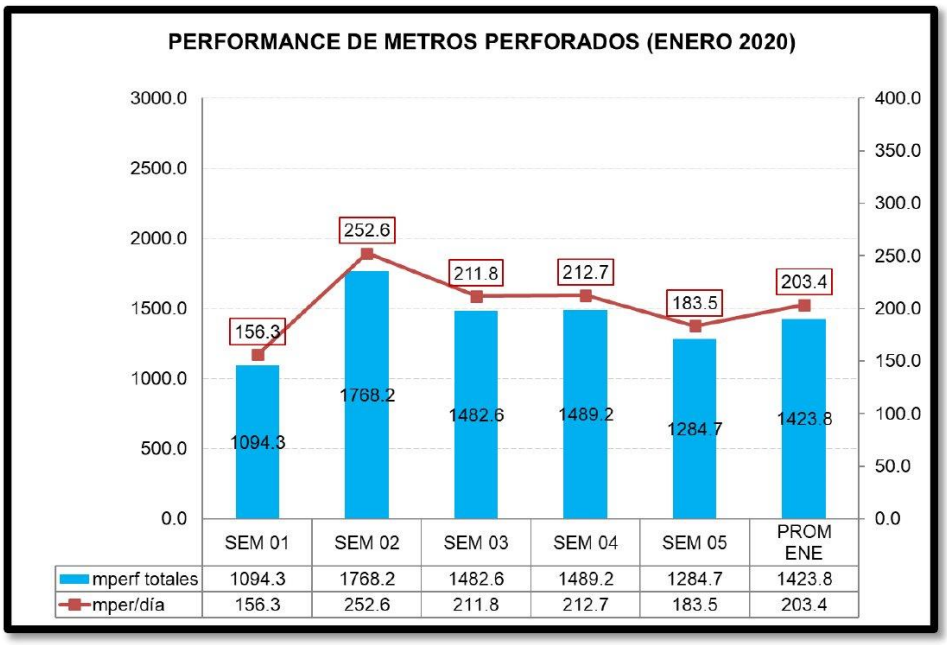
Fuente: Área de Productividad

Figura 33. *Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (diciembre - 2020)*



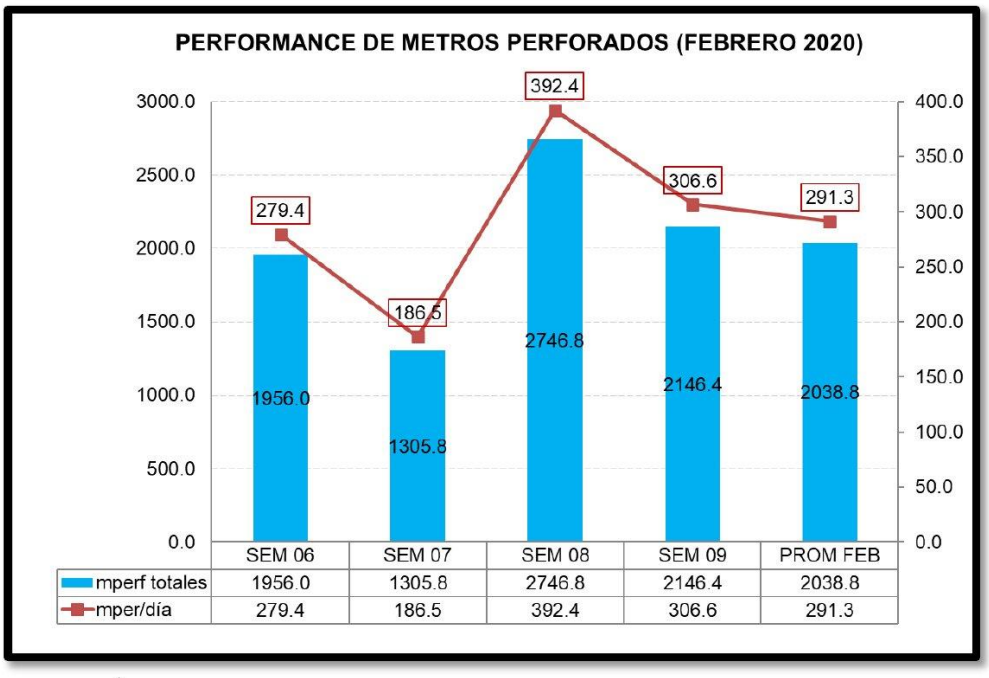
Fuente: Área de Productividad.

Figura 34. *Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (enero 2020)*



Fuente: Área de Productividad.

Figura 35. *Metros perforados por el Raptor Kolpa y Raptor MCEISA (febrero - 2020)*



Fuente: Área de Productividad.

4.4.3. Conceptos básicos de seguridad y salud ocupacional

Se explicó conceptos básicos de SSO como peligro, riesgo, accidente con ejemplos en la vida real, materiales adicionales y el Reglamento de Seguridad y Salud

Ocupacional de Minería 024-2016-EM y su modificatoria DS 023- 2017EM. Se expuso en uno de los puntos sobre cómo se averigua la causa de los accidentes, el modelo de causalidad nos ayuda para tal fin, que con sus componentes: Falta de control, causas básicas, causas inmediatas, accidentes y pérdida, permiten determinar el origen verdadero de los accidentes y así tomar medidas preventivas y correctivas. También se expuso las obligaciones del supervisor, los trabajadores y los trabajadores; los derechos de los trabajadores, los tipos del IPERC (línea base, continuo y especifico).

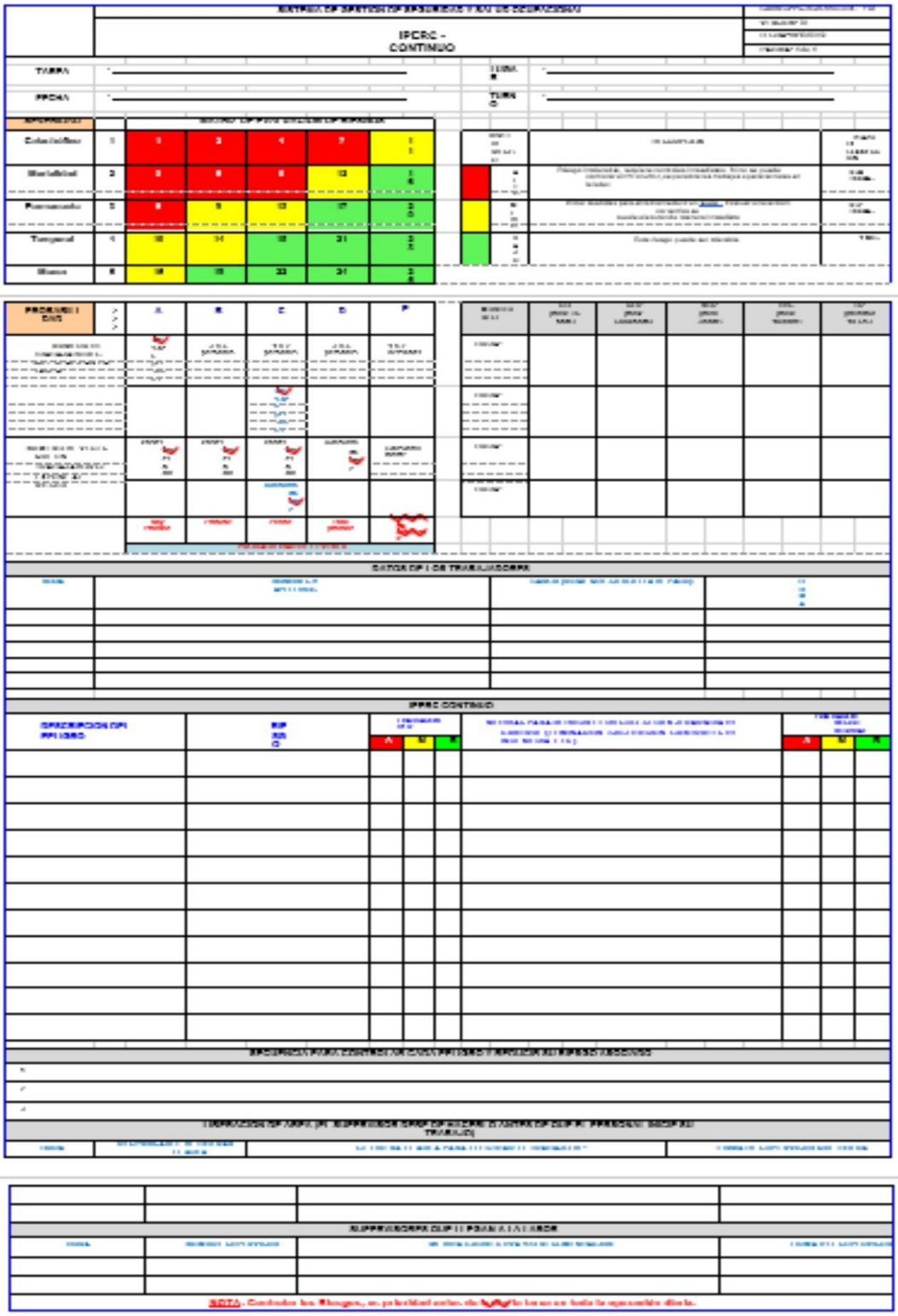
4.4.4. Principales herramientas de gestión de seguridad

Asimismo, se abordaron las herramientas de gestión, que proporcionan un control más efectivo en SSO al lugar de trabajo. Las más frecuentes son: Los informes de accidentes, las inspecciones, los estándares laborales, la observación planificada del trabajo (OPT), el reporte de acto y condición sub-estándar (RACS), el análisis de trabajo seguro (ATS), el permiso escrito para realizar trabajo de alto riesgo (PETAR), el procedimiento escrito para trabajar con seguridad (PETS), la identificación de peligros, la evaluación y control de riesgos (IPERC), la lista de verificación, la orden laboral y el diálogo diario sobre seguridad (DDS).

IPERC

Método sistemático que se emplea para reconocer los peligros, valorar los riesgos y sus efectos, así como para aplicar controles apropiados, con el objetivo de disminuir los riesgos a niveles determinados por las leyes vigentes.

Figura 36. *Formato de IPERC continuo (KOLPA)*



Fuente: SYSO KOLPA

PETAR

Es un documento que firma el ingeniero supervisor y jefe de área para cada turno, mediante el cual se permite llevar a cabo labores en lugares o zonas riesgosas y peligrosas.

Figura 37. *Formato de PETAR (KOLPA)*

Kolpa	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Registro: H-SSSO-F- 03
	PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)	Actualización : 04/05/2015
		Revisión: 00

AREA :	:
LUGA R	:
FECH A	:
HORA INICIO	:
HORA FINAL	:
NUM ERO	:

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

2. RESPONSABLES DEL TRABAJO

OCUPACION	NOMB RES	FIRMA DE INICIO	FIRMA TÉRMINO

3. EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO

	CASCO CON CARRILERA		ARNES DE SEGURIDAD
	MAMELUCO		CORREA PORTA LAMPARA
	GUANTES DE JEBE		MORRAL DE LONA
	BOTAS DE JEBE		PROTECTOR DE OIDOS
	RESPIRADOR C/GASES, POLVO	OTROS	
	PROTECTOR VISUAL		

4. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIALES:

5. PROCEDIMIENTO

6. AUTORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN

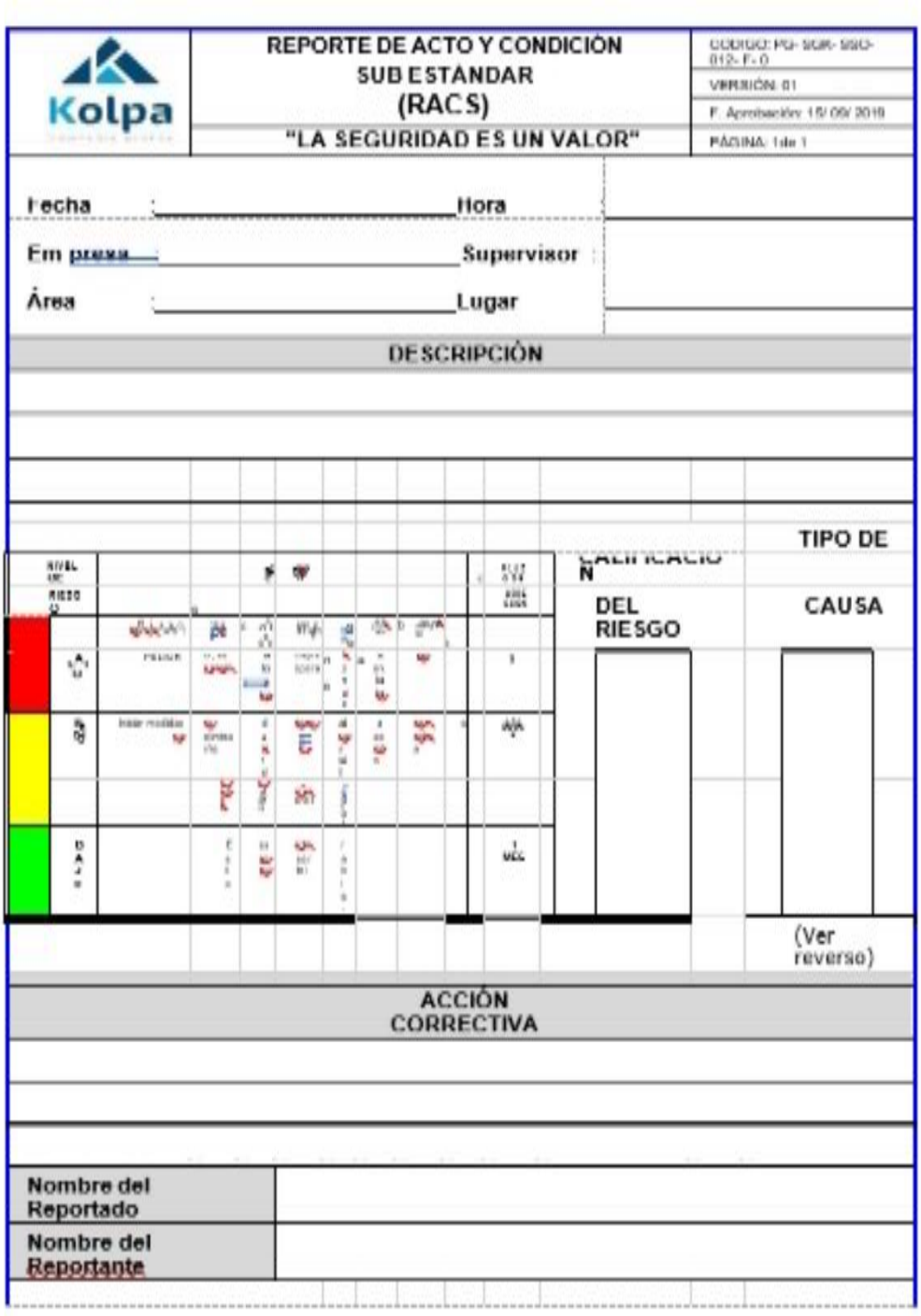
CAR GO	NOMB RES	FIRMA

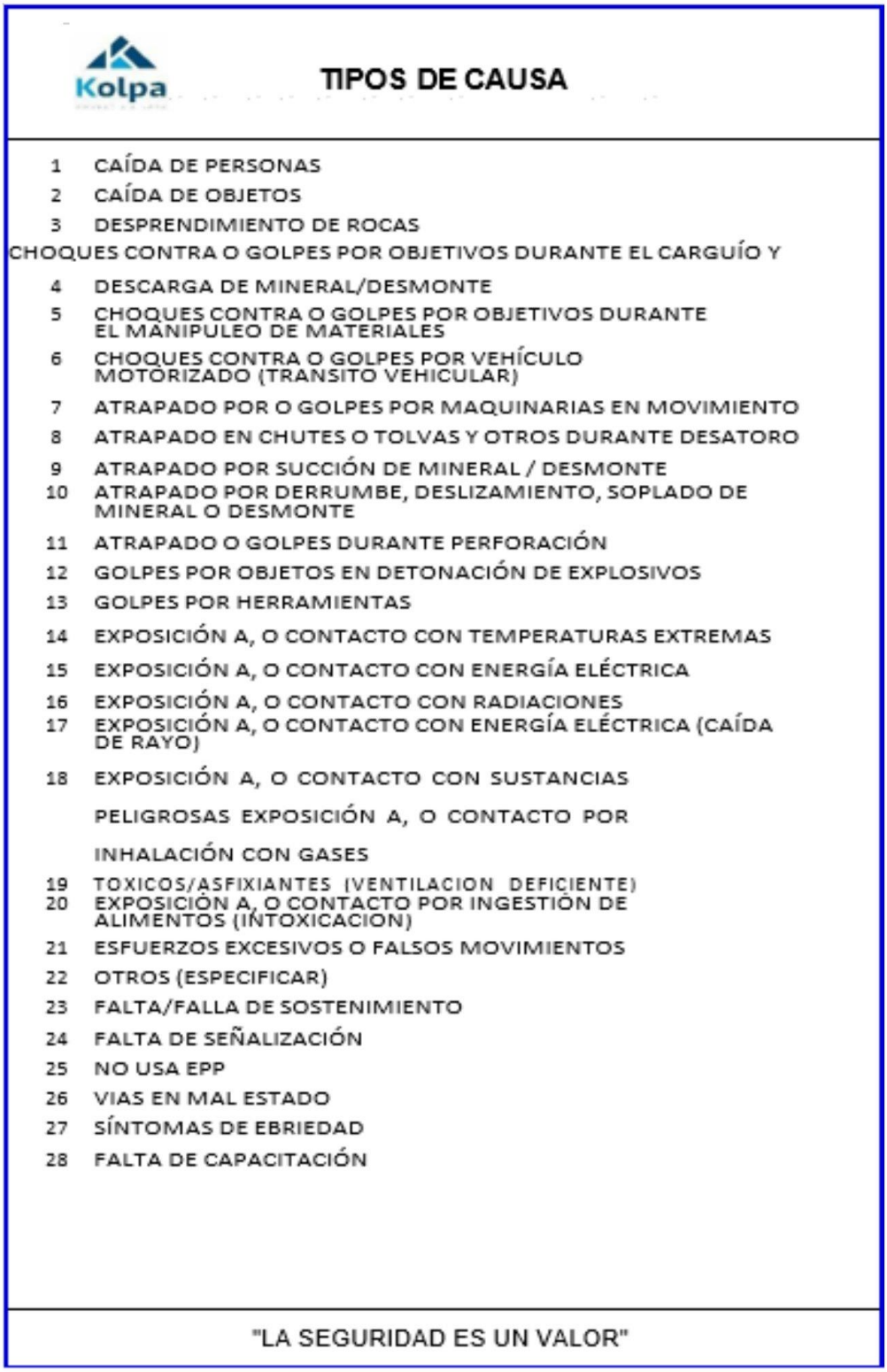
Fuente: SYSO KOLPA.

RACS

Es un documento a través del cual se registra el comportamiento y el estado físico en el ambiente de trabajo que podrían dar origen a un accidente/incidente.

Figura 38. *Formato de RACS (KOLPA)*





TIPOS DE CAUSA

1 CAÍDA DE PERSONAS
2 CAÍDA DE OBJETOS
3 DESPRENDIMIENTO DE ROCAS
CHOQUES CONTRA O GOLPES POR OBJETIVOS DURANTE EL CARGUÍO Y
4 DESCARGA DE MINERAL/DESMONTE
5 CHOQUES CONTRA O GOLPES POR OBJETIVOS DURANTE EL MANIPULEO DE MATERIALES
6 CHOQUES CONTRA O GOLPES POR VEHÍCULO MOTORIZADO (TRANSITO VEHICULAR)
7 ATRAPADO POR O GOLPES POR MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO
8 ATRAPADO EN CHUTES O TOLVAS Y OTROS DURANTE DESATORO
9 ATRAPADO POR SUCCIÓN DE MINERAL / DESMONTE
10 ATRAPADO POR DERRUMBE, DESLIZAMIENTO, SOPLADO DE MINERAL O DESMONTE
11 ATRAPADO O GOLPES DURANTE PERFORACIÓN
12 GOLPES POR OBJETOS EN DETONACIÓN DE EXPLOSIVOS
13 GOLPES POR HERRAMIENTAS
14 EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON TEMPERATURAS EXTREMAS
15 EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA
16 EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON RADIACIONES
17 EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA (CAÍDA DE RAYO)
18 EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON SUSTANCIAS PELIGROSAS EXPOSICIÓN A, O CONTACTO POR INHALACIÓN CON GASES
19 TOXICOS/ASFIXIANTES (VENTILACION DEFICIENTE)
20 EXPOSICIÓN A, O CONTACTO POR INGESTIÓN DE ALIMENTOS (INTOXICACION)
21 ESFUERZOS EXCESIVOS O FALSOS MOVIMIENTOS
22 OTROS (ESPECIFICAR)
23 FALTA/FALLA DE SOSTENIMIENTO
24 FALTA DE SEÑALIZACIÓN
25 NO USA EPP
26 VIAS EN MAL ESTADO
27 SÍNTOMAS DE EBRIEDAD
28 FALTA DE CAPACITACIÓN

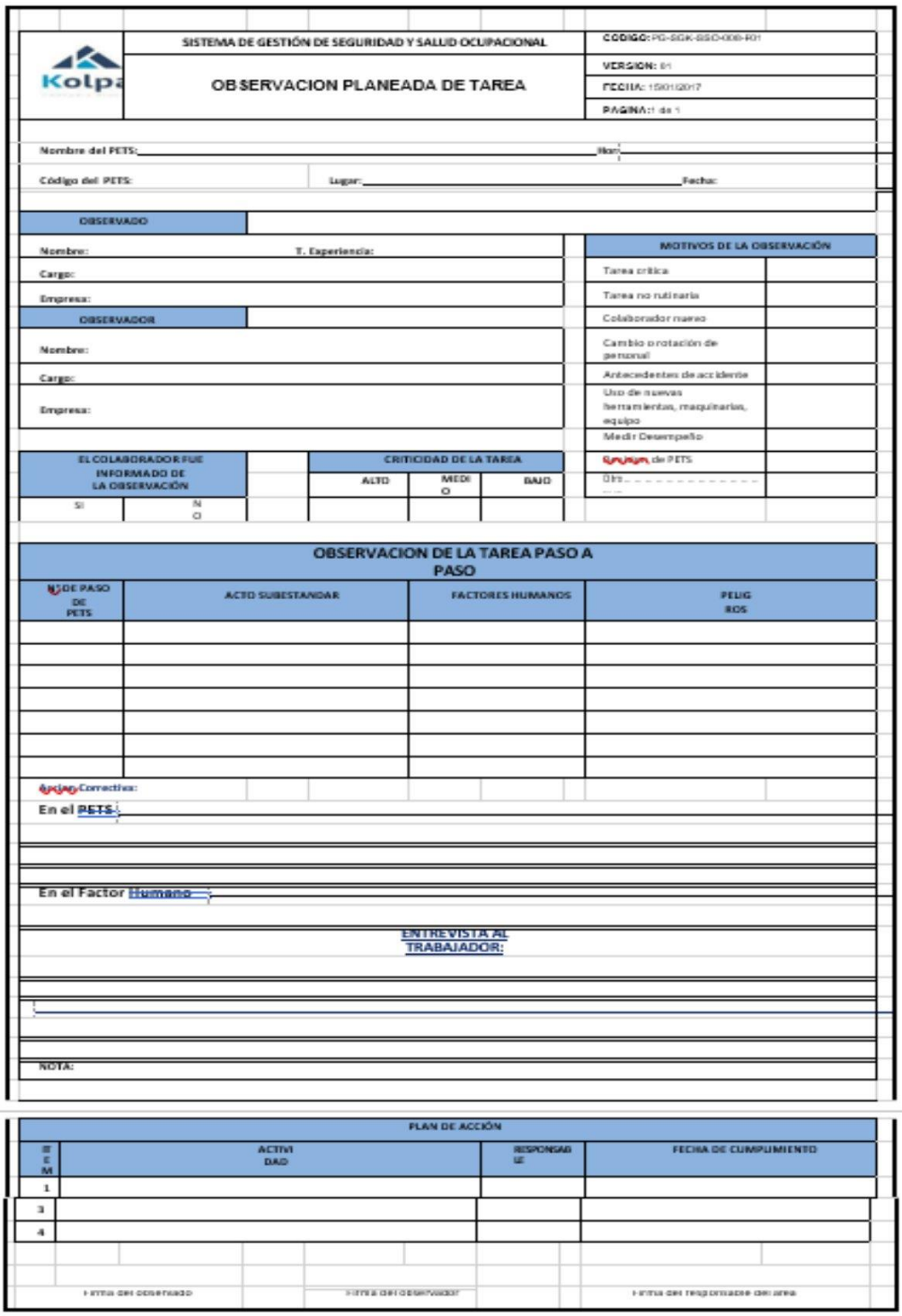
"LA SEGURIDAD ES UN VALOR"

Fuente: SYSO KOLPA.

OPT

Método que explica con detalle, de manera secuencial, el cumplimiento de los procedimientos laborales. Para su desarrollo, se utiliza un formato particular.

Figura 39. *Formato de OPT (KOLPA)*



SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

OBSERVACION PLANEADA DE TAREA

CODIGO: PO-SGK-SSO-000-R01
VERSION: 01
FECHA: 15/01/2017
PAGINA: 1 de 1

Nombre del PETS: Hora:
Código del PETS: Lugar: Fecha:

OBSERVADO
Nombre: T. Experiencia:
Cargo:
Empresa:

OBSERVADOR
Nombre:
Cargo:
Empresa:

MOTIVOS DE LA OBSERVACIÓN
Tarea crítica
Tarea no rutinaria
Colaborador nuevo
Cambio o rotación de personal
Antecedentes de accidente
Uso de nuevas herramientas, maquinarias, equipo
Medir Desempeño
Cumplim. de PETS
Otro

EL COLABORADOR FUE INFORMADO DE LA OBSERVACIÓN: SI / NO

CRITICIDAD DE LA TAREA: ALTO / MEDIO / BAJO

OBSERVACION DE LA TAREA PASO A PASO

N° DE PASO DE PETS	ACTO SUBESTANDAR	FACTORES HUMANOS	PELIGROS

Acciones Correctivas:
En el PETS:
En el Factor Humano:

ENTREVISTA AL TRABAJADOR:

NOTA:

PLAN DE ACCIÓN

ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE CUMPLIMIENTO
1			
3			
4			

Firma del observado | Firma del observador | Firma del responsable del área

Fuente: SYSO KOLPA

PETS

Documento que describe de manera concreta el proceso de realizar correctamente (de forma segura, eficaz y ambientalmente aceptable) una tarea desde su

inicio hasta su culminación, la cual se divide en una serie de pasos sistemáticos o sucesivos

Figura 40. *PETS carguío y voladura en tajeos (KOLPA)*

Kolpa	PETS: CARGUIO Y VOLADURA EN TAJEOS			U.E.A HUACHOCOLPA UNO
	AREA / DPTO.: MINA			
	CODIGO: PETS-SGK-MIN-033	VERSION: 01	PÁGINA 1 de 2	

1. PERSONAL

1.1. Maestro Mina
1.2. Ayudante Mina

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

2.1 Casco tipo sombrero y/o jockey con barbiquejo.
2.2 Lentes de seguridad (tipo malla)
2.3 Tapón auditivo
2.4 Respirador con cartucho para polvo
2.5 Guantes de jebe y/o cuero
2.6 Lámpara minera
2.7 Correa portalámparas.
2.8 Mameluco con cinta reflectiva
2.9 Botas de jebe con puntas de acero

3. EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES

3.1 Cargador de ANFO
3.2 Punzón de cobre, madera o P.V.C.
3.3 Taco de arcilla.
3.4 Cucharilla, cuchilla, soplete, reloj.
3.5 Atacador de madera, Flexometro.
3.6 Anfo, emulnor, Carmex, fanel.
3.7 Mecha ràpida, fosforo.
3.8 Avisos de seguridad.

4. PROCEDIMIENTO

4.1 El Maestro mina y su ayudante con experiencia, verificarán los EPP, herramientas, equipos y materiales antes de ingresar a las labores en interior mina. (Art.81 DS-N° 024 -2016-EM), previa reunión de seguridad de 10 minutos
4.2 El Maestro mina y su ayudante, realizará un reconocimiento preliminar de la labor, poniendo en práctica las herramientas de gestión de seguridad: tener la orden de trabajo (Especificar la labor a realizar el carguío y voladura con su croquis respectivo), llenar el formato de IPERC, si lo requiere reportar ACTOS Y CONDICIONES sub estándares, incidentes de seguridad, calidad y medio ambiente
4.3 El maestro mina, coordinará con el supervisor técnico y/o jefe de guardia, la liberación del área para ingresar a la labor, verificando las condiciones sub estándares (ventilación deficiente, Previo monitoreo de gases, roca suelta Usando las barretillas desde el acceso a la labor, sostenimiento deficiente o inadecuado, falta de orden y limpieza, tiros cortados, etc.)
4.4 Realizar un redesatado antes de iniciar el carguío, luego realizar el levantamiento de los taladros acumulados con la presencia del supervisor responsable asignado a la voladura masiva en corona de mineral.
4.5 El supervisor evaluara el tiempo de carguío de acuerdo a la cantidad de taladros a cargar y determinara la hora de inicio del carguío para cumplir con el horario de disparo.
4.6 Realizar el sopleteo de todos los taladros.
4.7 Se preparara el cebo en un lugar donde el techo es seguro sostenido, se prepara con dinamita de 65% y/o emulsión, se perfora a 02 dedos del extremo del cartucho con el punzón de cobre en

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DE MINA Angel Mallqui	SUPERINTENDENTE DE MINA Ricardo Reyes	GERENTE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Oscar Pecho	SUPERINTENDENTE GENERAL Paul Tapia
Fecha de Elaboración 25/01/2019	Fecha de Revisión 28/01/2019	Fecha de Revisión 04/02/2019	Fecha de Aprobación 06/02/2019

Kolpa	PETS: CARGUIO Y VOLADURA EN TAJEOS			U.E.A HUACHOCOLPA UNO
	AREA / DPTO.: MINA			
	CODIGO: PETS-SGK-MIN-033	VERSION: 01	PÁGINA 2 de 2	

diagonal y luego se realiza la armada con el de acuerdo al número, asiendo pasar por los orificios realizados en el explosivo asegurándose que el fulminante este orientado en la misma dirección del cartucho; preparar el cebo de acuerdo al número de taladros a cargar.

4.8 Luego trasladar los cebos preparados y el ANFO a la zona donde se va cargar.

4.9 El carguío de los taladros debe realizarse desde la cara libre cumpliendo la secuencia de salida de los retardos en dirección al corte hasta concluir con todos los taladros a disparar usando los lentes de seguridad y tapones auditivos.

4.10 El ayudante ingresara en el taladro el cebo preparado y luego el maestro con el apoyo del atacador de madera fijara el cebo en el tope del taladro, así sucesivamente hasta concluir con todos los taladros del tajo.

4.11 Ingresar en el taladro el cargador de ANFO e inmediatamente usar el dosificador para el carguío del taladro.

4.12 La dosificación de la cantidad de ANFO por taladro dependerá del tipo de roca que se esté disparando y para el carguío de la columna con ANFO.

4.13 Terminar el carguío colocando tacos de arcilla a todos los taladros.

4.14 Realizar el amarre con la mecha rápida o pentacord iniciando en los taladros más cercanos a la cara libre, considerar la longitud necesaria para el chispeo de los taladros.

4.15 Verificar el adecuado amarre de los explosivos y la adecuada secuencia de salida del disparo antes de iniciar el chispeo.

4.16 Respetar el horario de disparo, colocar vigías cuando el disparo es el primer corte y coordinar el disparo con labores cercanas.

4.17 Una vez realizado el chispeo de la mecha rápida retirarse de la labor maestro y ayudante.

5. RESTRICCIONES

5.1 El personal que manipule explosivos contara con su autorización SUCAMEC vigente.

5.2 Está prohibido realizar el carguío con ANFO si no se usa EPPS completo.

5.3 No cargar ni disparar si el piso del tajeo no tiene relleno de 2.40m respecto al techo.

5.4 No ayudar / apoyar / colaborar en tareas ajenas a las que ha sido contratado y/o ha sido ordenado por su Supervisor.

5.5 No se realizara el disparo fuera de los horarios establecidos.

FECHA	DESCRIPCION DEL CAMBIO O REVISION	VERSION
25/01/2019	1. Se actualizó el PETS del formato del Anexo 15B del D.S. 055-2010-EM al formato del Anexo 10 del nuevo D.S. 024-2016-EM y D.S. 023-2017-EM.	01
25/01/2019	2. Se modificó codificación de acuerdo al mapeo de procesos realizado en mina, quedando: PETS-SGK-MIN-033.	01

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DE MINA Angel Malliqui	SUPERINTENDENTE DE MINA Ricardo Reyes	GERENTE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Oscar Pecho	SUPERINTENDENTE GENERAL Paul Tapia
Fecha de Elaboración 25/01/2019	Fecha de Revisión 28/01/2019	Fecha de Revisión 04/02/2019	Fecha de Aprobación 06/02/2019

Fuente: SYSO KOLPA

4.4.5. Topografía minera

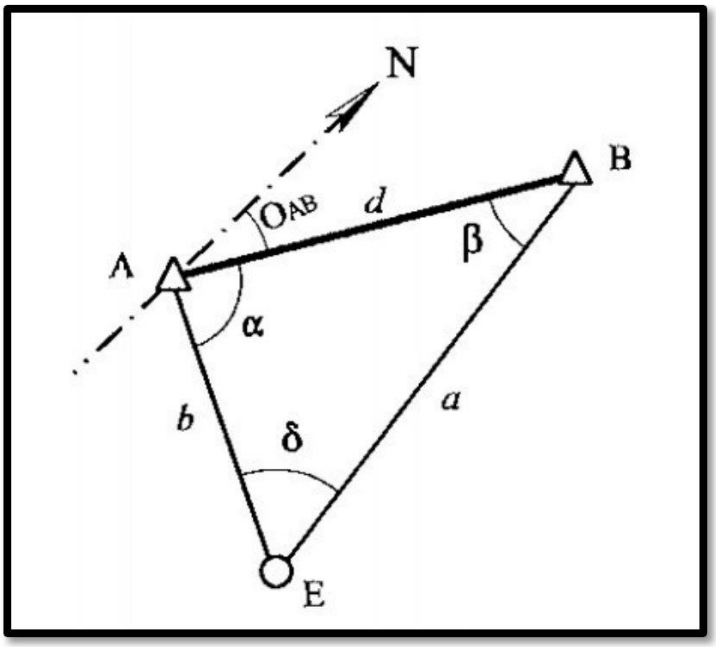
En la industria extractiva de recursos minerales, la topografía minera se orienta a establecer y supervisar la ubicación de los trabajos, ya sean subterráneos o en superficie. Por eso, está estrechamente vinculada con el núcleo de operaciones mineras y con los proyectos.

A continuación, se explica el método de levantamiento topográfico utilizado en Compañía Minera Kolpa.

Levantamiento Topográfico Método de la Estación Libre.

Desde que surgieron los medidores electrónicos, capaces de medir distancias con alta precisión, este proceso puede implementarse hasta en el interior de las minas. Consiste en estacionar en un lugar, observar dos puntos de coordenadas conocidas y, usando las distancias que se midieron desde la estación hasta cada uno de los puntos observados y el ángulo, calcular las coordenadas de posición y su cota. Si miramos la imagen que sigue, notamos que:

Figura 41. *Bases trigonométricas del método Estación Libre*



Fuente: Cartografía minera. Ediciones UPC, Barcelona, 2001.

E (punto estación), AyB (puntos observados de coordenadas conocidas), d (distancia AB, conocida por levantamientos anteriores o determinada por diferencia de coordenadas), OAB (orientación alineación AB, conocida por levantamientos anteriores o determinada por diferencia de coordenadas, a,b y δ (Valores medidos desde estación E).

Cálculos Trigonométricos

Se hace uso de las relaciones trigonométricas por ley de senos y ley de cosenos y posteriormente los cálculos de orientaciones AE, BE y finalmente el cálculo de coordenadas XE, YE.

$$\alpha = arcsen \frac{sen\ \delta}{d} a \qquad y \qquad \beta = arcsen \frac{sen\ \delta}{d} b$$

$$\alpha = arccos \frac{b^2 + d^2 - a^2}{2\,b\,d} \qquad y \qquad \beta = arccos \frac{a^2 + d^2 - b^2}{2\,a\,d}$$

Cálculo de orientaciones:

$$\text{Orientación AE} = O_{AE} = O_{AB} + \alpha \qquad y \qquad \text{Orientación BE} = O_{BE} = O_{AB} + 200^g - \beta$$

Cálculo de orientaciones:

$$X_E = X_A + b \text{ sen } O_{AE} = X_B + a \text{ sen } O_{BE}$$
$$Y_E = Y_A + b \cos O_{AE} = Y_B + a \cos O_{BE}$$

Este programa de estación libre, que se incluye en la estación total Leyca TS060 PLUS de la empresa, permite calcular las coordenadas de ubicación y la cota del punto de estación del instrumento utilizando mediciones de al menos 2 y hasta 5 puntos con coordenadas conocidas. Admite tanto mediciones de distancia como de ángulo acimutal y vertical (intersección inversa), solamente mediciones angulares (trisección inversa) o una mezcla de ambos tipos, es decir, mediciones angulares y de distancia a diferentes puntos. Los siguientes métodos de medición a puntos conocidos son viables:

- Únicamente ángulos verticales y acimutales.
- Distancias y ángulos verticales y acimutales.
- Ángulos verticales y acimutales a uno o varios puntos, además de la distancia con los ángulos verticales y acimutales correspondientes a otro punto o más.

Figura 42. *Estación Total Leyca TS060 PLUS*



Fuente: InsTop

Determinan la cota del punto de estación actual, las coordenadas (X e Y) y la dirección del círculo horizontal. Además, posibilitan establecer en el sistema la dirección y las coordenadas de la estación. Si la memoria interna ha sido establecida como medio de registro de datos, es posible almacenar allí las coordenadas y las mediciones.

Levantamiento Topográfico en Tajeos

Para realizar levantamientos topográficos en tajeos se debe seguir los siguientes pasos:

Coordinar con el ingeniero de planeamiento sobre los trabajos a realizar.

1. Verificar EPP, herramientas, equipos y materiales de topografía antes de ingresar a las labores (DS-N° 024-2016-EM).

2. Coordinar con el supervisor o el líder de la labor que se va a realizar el levantamiento topográfico en los tajos mecanizados.
3. Verificar que la labor se encuentre liberada antes de iniciar el trabajo y proceder a colocar el bloqueo del sector de trabajo con cinta amarilla.
4. Ubicar los puntos topográficos fijos, ya existentes de levantamientos anteriores.
5. Estacionar el equipo y visar 2 puntos nuevos o referenciales, tomar detalles de la labor, los hastiales derecho e izquierdo, veta, techo, piso; los cuales serán capturados con rayo láser.
6. Cambiar el punto de estación, continuar el levantamiento con el mismo procedimiento, esto se realiza si no se logra visar todo el corte del tajeo, para ello se visa los puntos nuevos dejados en dicho levantamiento.
7. Concluido el levantamiento topográfico se procede a retirarse, comunicando al líder de la labor y/o al operador del término del levantamiento topográfico.
8. En gabinete, transferir los datos tomados de la Estación Total a la Computadora, realizar el dibujo de la labor que se ha levantado usando el software de diseño, informando al supervisor sobre las mediciones críticas (puentes, pilares y conexiones). Levantamiento topográfico en labores horizontales e inclinadas Este levantamiento contempla galerías (Gl), subniveles (SN), Rampas (Rp), cruceros (Cx), By Pass (Bp), Ventanas (Vn) y Cámaras (Cm), los pasos a seguir para el levantamiento de este tipo de labores son:

- Coordinar con el ingeniero de planeamiento sobre el levantamiento topográfico de labores horizontales a levantar después de la charla de 5 minutos.
- Verificar EPP, herramientas, equipos y materiales de topografía antes de ingresar a las labores (DS-N° 024-2016-EM).
- Coordinar con el supervisor y/o ingeniero de guardia para que comunique al líder de la labor que se va a realizar el levantamiento topográfico en las labores horizontales.
- Verificar si la labor se encuentra en condiciones para realizar el levantamiento topográfico, poniendo en práctica las herramientas de gestión de seguridad, IPERC, reportar ACTOS Y CONDICIONES, contar con la cartilla GSI para identificar el macizo rocoso, (DS-N° 024-2016-EM).
- Colocar el aviso de advertencia “TRABAJOS DE TOPOGRAFIA”.
- Proceder a estacionar el equipo “Estación Total, luego se procede a ingresar datos de coordenadas, cotas, altura de instrumento, temperatura, tanto del punto de estación y punto vista atrás, visar al punto vista atrás, luego visar el punto nuevo, tomar detalles de la labor, Los hastiales derecho e izquierdo, techo, piso, los cuales serán capturados con rayo láser o diana; los ayudantes proceden a colocar nuevo punto con tarugo y alcayata.
- Proceder a pintar en forma circular los puntos topográficos, colocado el nuevo punto, en forma de triángulo los puntos de gradiente, pintando su nomenclatura de los puntos en un lugar visible.

- Cambiar de estación al nuevo punto topográfico, continuar el levantamiento con el mismo procedimiento hasta el tope de la labor.
- Concluido el levantamiento topográfico se procede a retirarse, comunicando al líder de la labor.
- Transferir en el gabinete los datos tomados de la Estación Total a la Computadora, realizar el dibujo de la labor que se ha levantado en un Software Aplicativo.

Figura 43. *Levantamiento topográfico CM038 - 4x4m*



Fuente: Propia

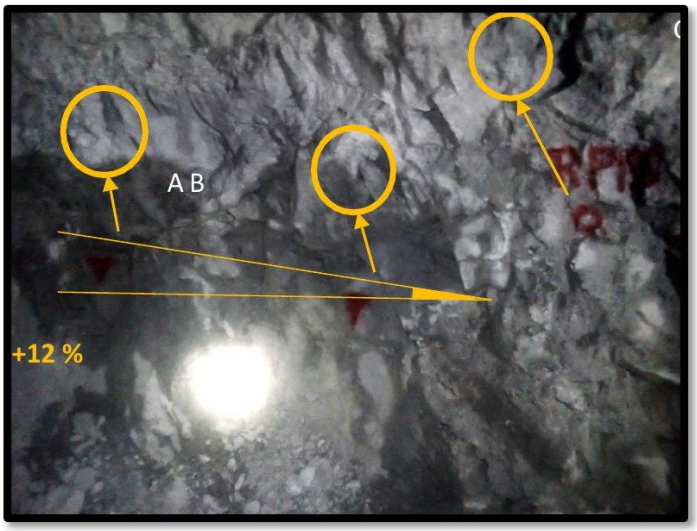
Figura 44. *Levantamiento topográfico RP029 – 3x3m*



Fuente: Propia

En A se aprecia el centro de labor (Cl) y en B la rasante que se debe seguir.

Figura 45. *RP 029 - 3x3m*



Fuente: Propia

En A y B se aprecia la gradiente puesta en el hastial derecho de la RP029, se coloca normalmente dos puntos de gradientes por hastial en total 4 puntos, en C vemos el punto topográfico RP15 el cual de deja para poder realizar los posteriores levantamientos respectivos.

Figura 46. *Levantamiento topográfico de SN 078-E - 1.0x2.4m (ATR)*



Fuente: Propio

Levantamiento Topográfico en Sondeos Diamantinos

Este levantamiento topográfico se lleva acabo con la finalidad de generar la dirección en la cual se perforará el taladro diamantino para lo cual se deja contras y puntos de el collar del taladro a perforar, además luego de la perforación de dicho taladro se procede a registrar la dirección en la cual se ha perforado cada taladro diamantino.

Figura 47. *Levantamiento Topográfico de Taladros diamantinos - CM 660 (ESONDI)*



Fuente: Propia

En la imagen se observa el equipo de perforación de taladros diamantinos culminando el taladro DDH 10, del cual se procede a levantar dos puntos que se encuentran a lo largo del eje del taladro, luego de hacer el dibujo en el CAD se obtiene dos puntos que después de prolongarse uno con el otro se genera una línea que simula el taladro perforado.

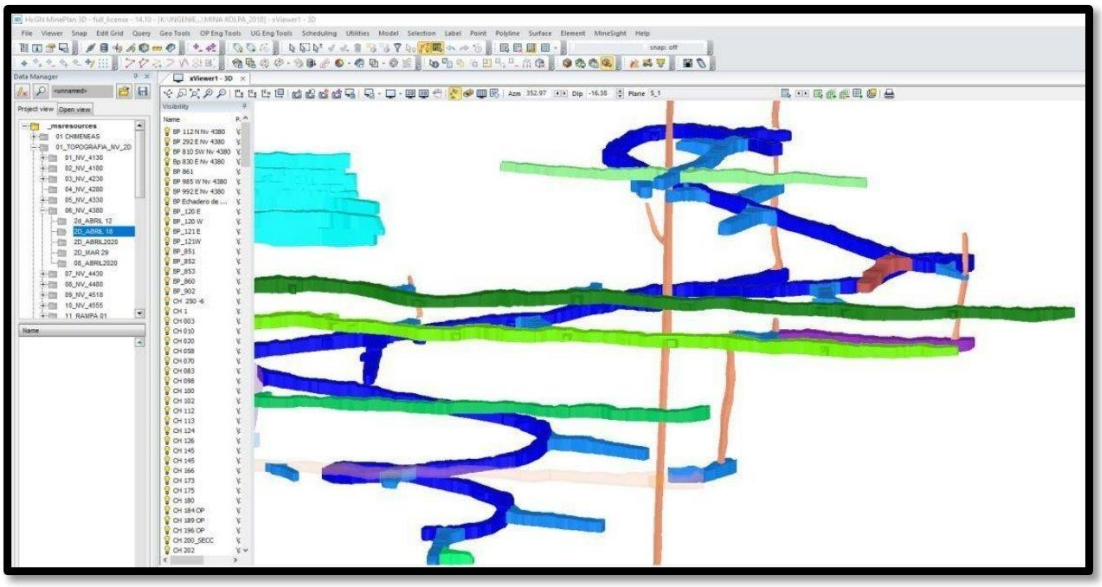
4.4.6. Modelamiento de labores horizontales e inclinadas con Minesight

El Minesight es un programa informático diseñado para la planificación y modelación de minas, que ofrece soluciones integradas para operaciones de exploración, diseño, planificación y modelado geológico. Tanto si es en la superficie como subterránea. A continuación, se detalla los pasos a seguir para realizar el modelamiento de labores horizontales e inclinadas, antes de realizar dicho modelamiento es necesario tener representan tanto hastial, techo, piso, etc de la labor a modelar.

Modelamiento de labor SN 183-2E (ECCOGESA)

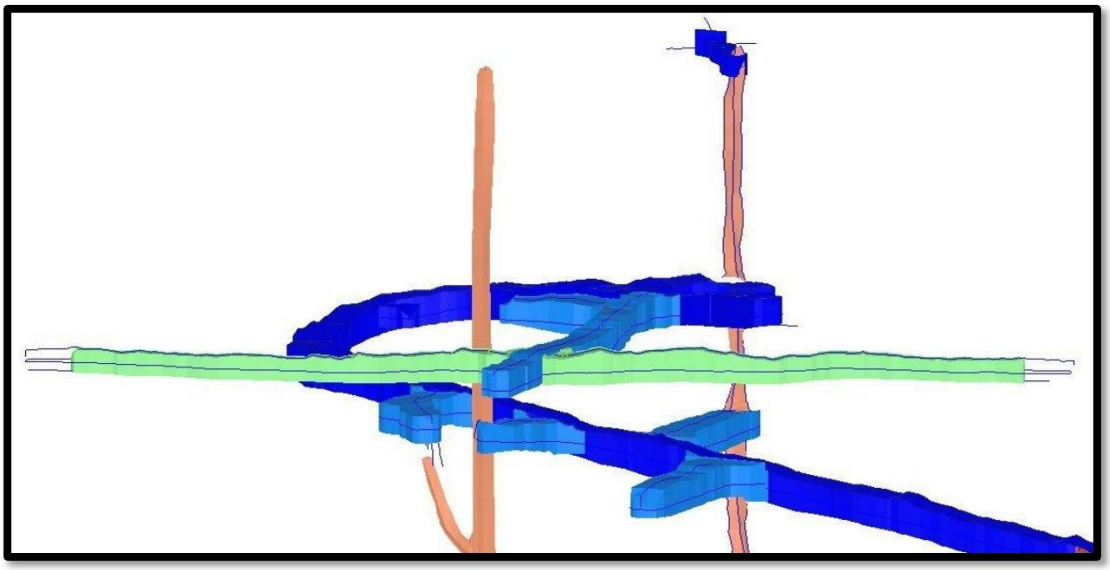
En este caso se modelará los subniveles avanzados por ECCOGESA al lado Este y Oeste respectivamente, para lo cual nos ubicamos en el nivel al cual corresponden dichos subniveles (NV_4380), luego procedemos a crear la carpeta sobre la cual importaremos la topografía del nivel 4380.

Figura 48. *Topografía en 3D Nivel 4380 (KOLPA)*



Fuente: Propia

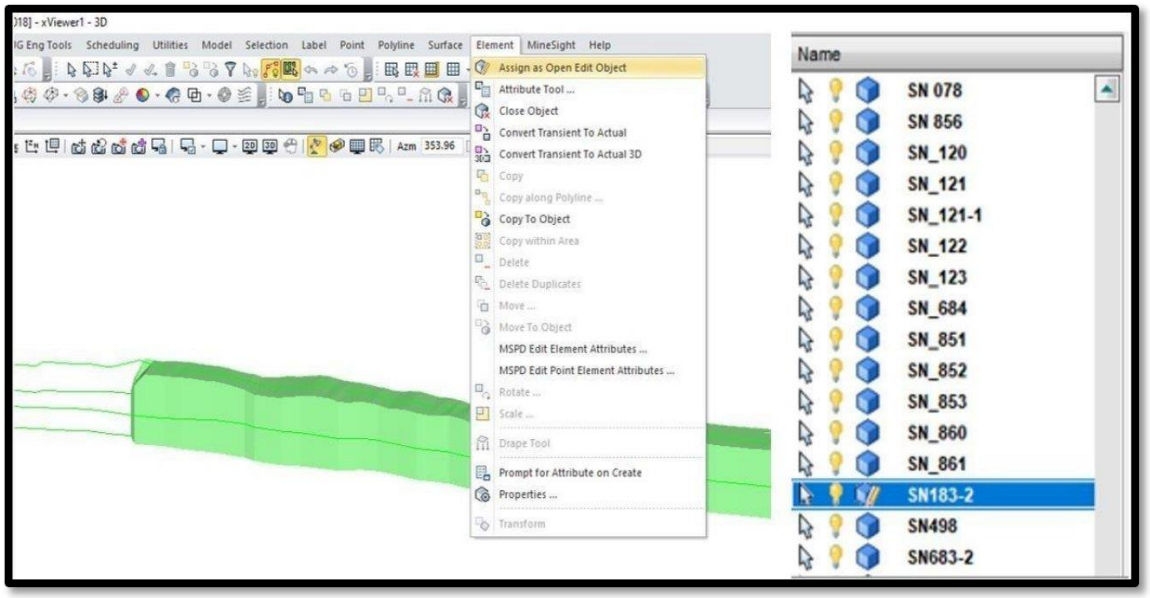
Figura 49. *Importación de topografía 2D Nivel 4380 Actualizada (KOLPA)*



Fuente: Propia

En esta figura podemos apreciar que el SN 183 tiene avance al E y W, entonces procedemos a modelar dichas labores. Primero seleccionamos el objeto geométrico bajo el cual se realizará los cambios para lo cual seleccionamos el comando (Assign as Open Edid Object) y picamos en el subnivel.

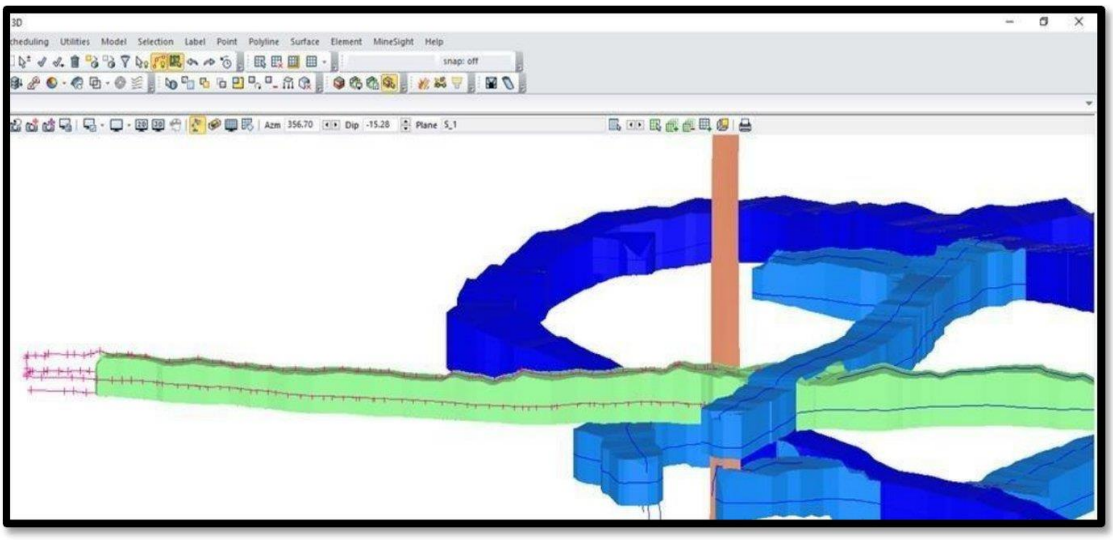
Figura 50. *Edición de objeto geométrico (SN 183-2)*



Fuente: Propia

Este comando nos ayuda mucho ya que el subnivel o la labor que deseemos modelar se pone editable automáticamente. Ahora que tenemos el objeto geométrico (SN183-2) en modo editable, entonces procedemos a filtrar solo la topografía de la labor a modelar seleccionándola en modo editable y picando (show only selection ON/OFF).

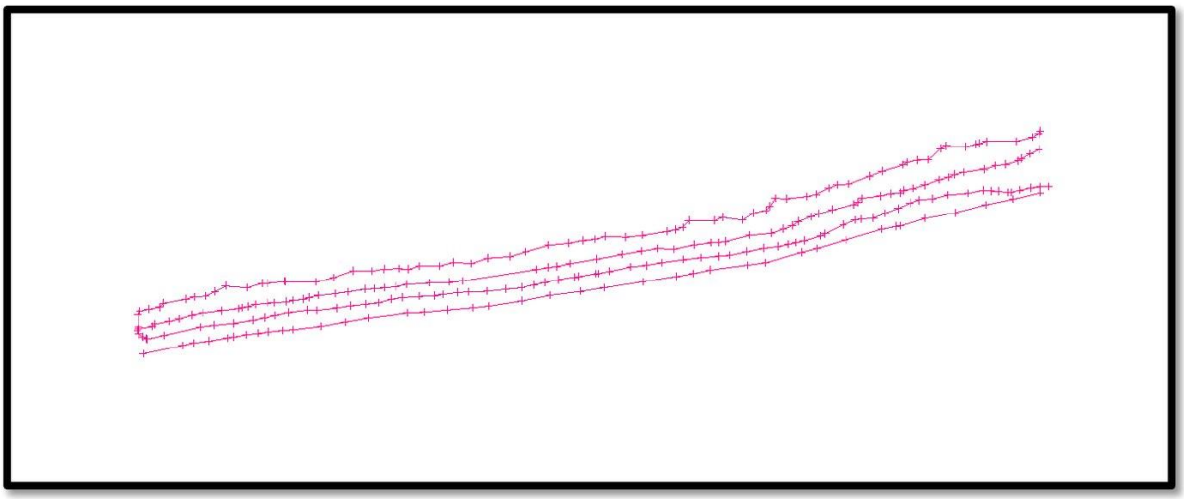
Figura 51. *Hastiales techo y piso de labor SN 83-2W*



Fuente: Propia

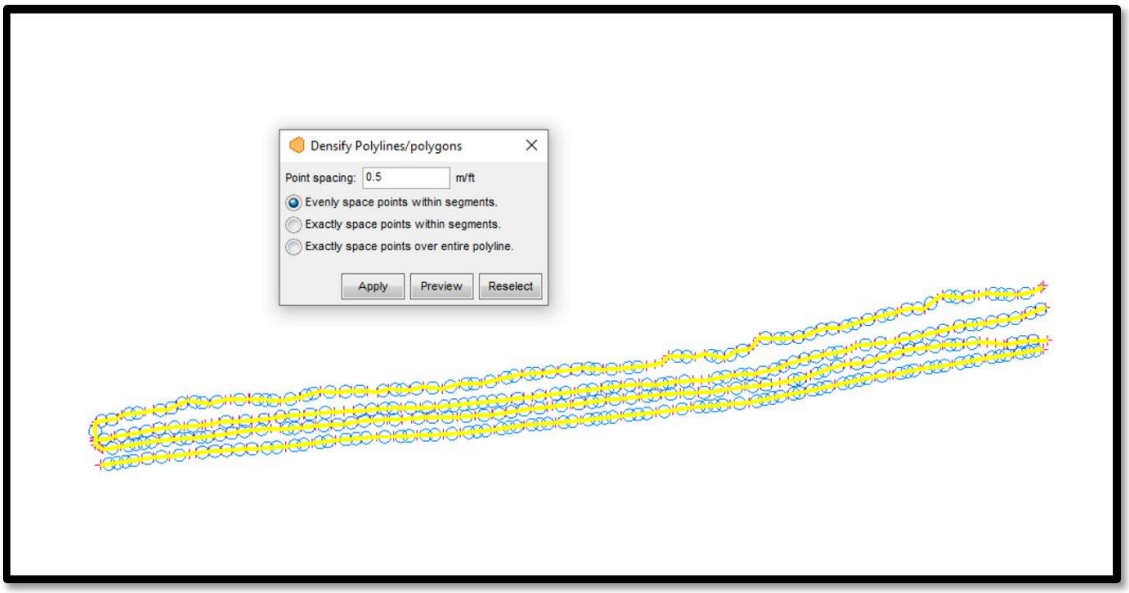
En esta vista se logra apreciar el ultimo levantamiento topografico correspondiente al SN 183-2W, se tiene el piso, techo y astiales izquierdo y derrecho respectivamente, los cuales seran necesarios para realizar el modelamiento.

Figura 52. *Edición de Hastiales, techo y piso de labor SN183-2W*



Fuente: Propia

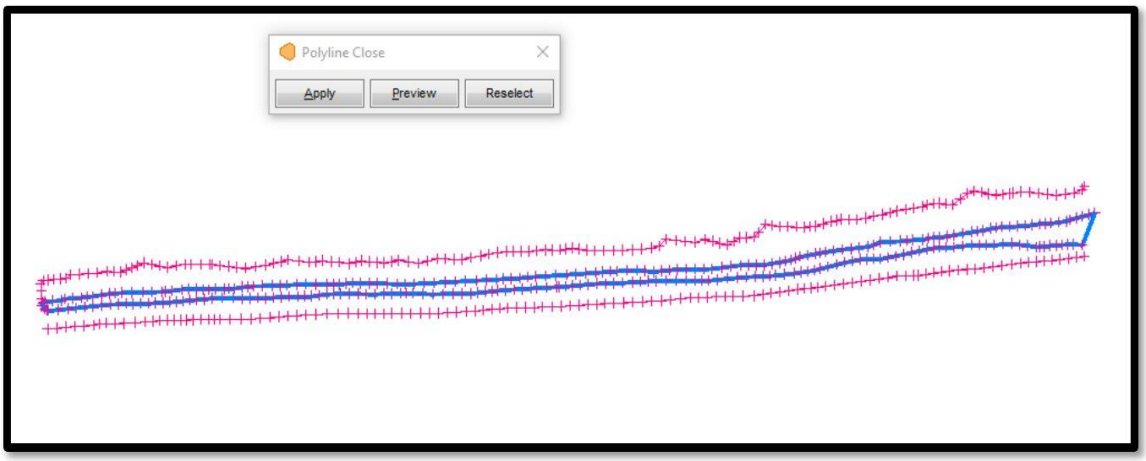
Figura 53. *Densificación de puntos*



Fuente: Propia

Densificamos los puntos para que el modelamiento sea más suavizado con espaciamiento entre puntos de 0.5 m

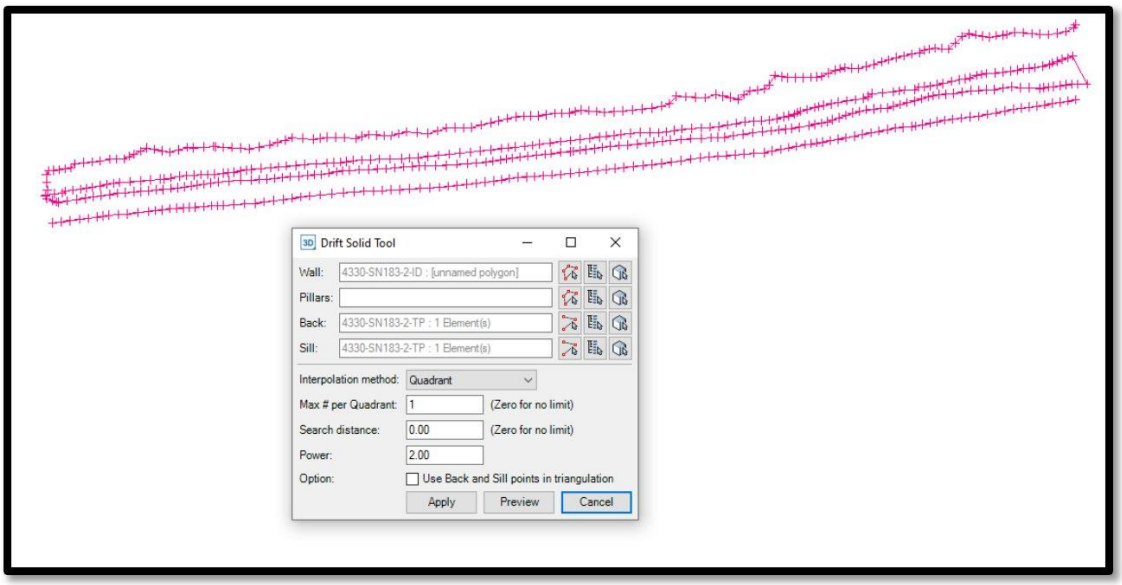
Figura 54. *Generación de polígono hastial*



Fuente: Propia

Aquí cerramos ambos hastiales formando un polígono entre el piso y techos de labor esto con el fin de cumplir con los requisitos para el modelamiento mediante el paquete UG Eng Tools (Drift Solid Tools), para ello usamos el comando Close polyline.

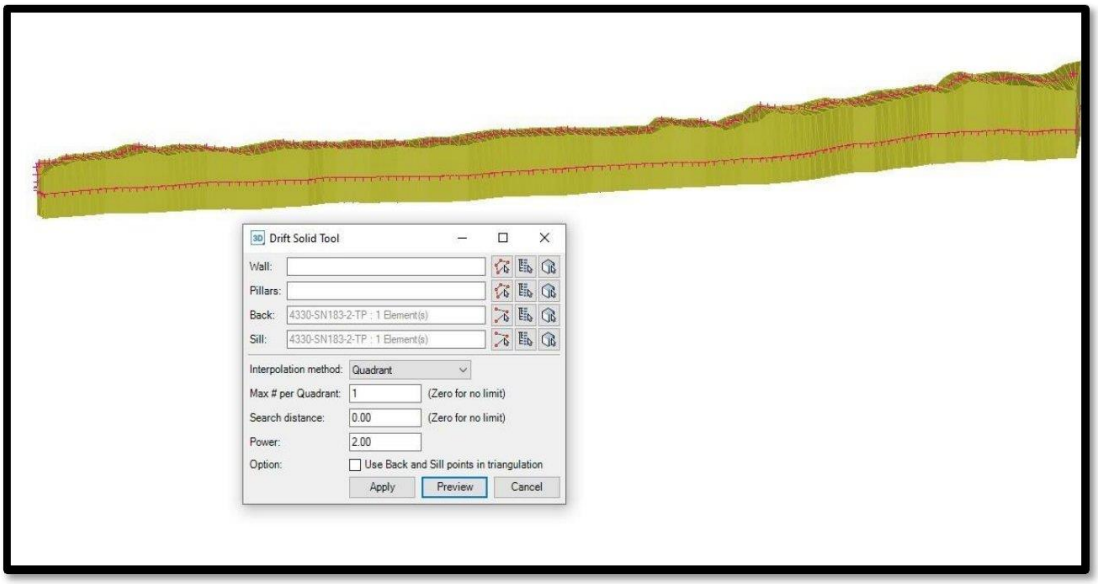
Figura 55. *Modelamiento de labor con Grift Solid Tool*



Fuente: Propia

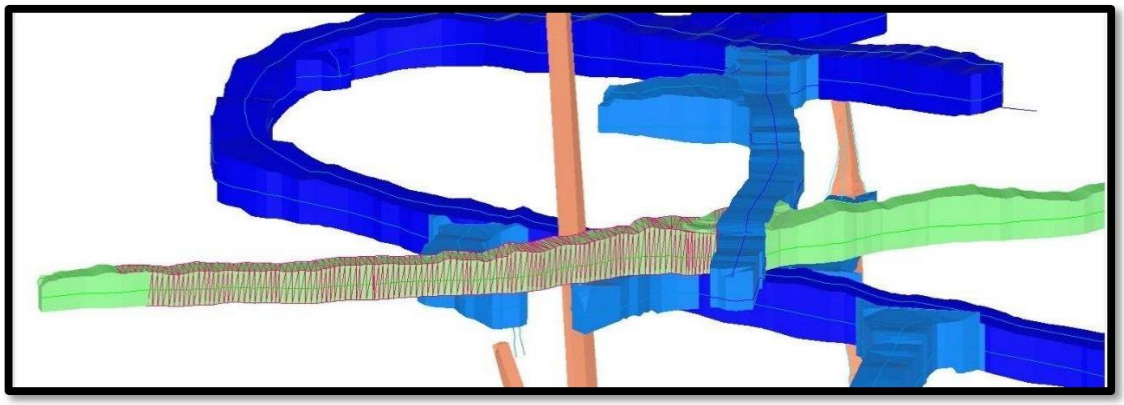
Seleccionamos en wall los hastiales, back el piso y en sill el techo respectivamente, finalmente damos apply.

Figura 56. *Sólido del SN183-2W*



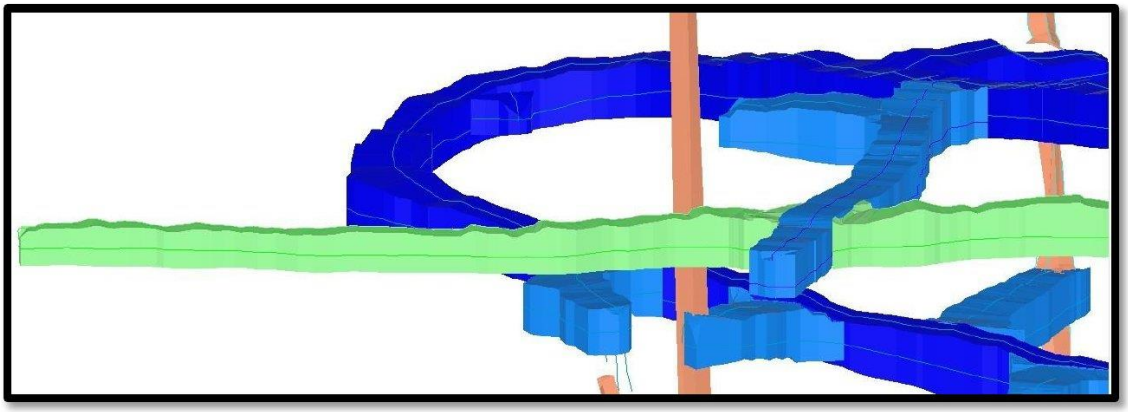
Fuente: Propia

Figura 57. *Eliminación de Solido anterior*



Fuente: Propia

Figura 58. *Resultado final del modelamiento del SN183-2W*



Fuente: Propia

Mediante la ejecución de todo el Marco de los Sistemas de Ingeniería, se logra el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno en la Compañía Minera Kolpa S.A.

CONCLUSIONES

- El minado por taladros largos en vetas angostas es eficiente siempre y cuando se cuide la estabilidad de las cajas de los tajeos, ya que de no ser así se genera una dilución mayor a la proyectada, por lo cual el diseño de mallas de perforación en taladros largos tanto el burden efectivo como el espaciamiento son claves para cuidar dicha dilución, así como también lo es el diseño de carga explosiva y secuenciamiento correcto de los retardos que proporcionan los Faneles.
- La cantidad de toneladas métricas producidas por cada taladro perforado con Jack Leg es de 2.44 TMS/TAL, el cual tiene una tendencia lineal con pendiente positiva que en promedio refleja un 81% de cumplimiento respecto a su rendimiento programado de 3 TMS/TAL, esto se debe principalmente a que se logra 1.5TMS/TAL con un cumplimiento de 50% respecto a lo programado.
- El rendimiento de toneladas métricas rotas por taladro perforado con jumbo Muki tuvo una tendencia lineal con pendiente nula, es decir que el rendimiento fue eficiente, además de que el rendimiento global es próximo al rendimiento programado, siendo el primero de 3.33TMS/TAL y el programado de 3.4 TMS/TAL, lo que generó un cumplimiento de 98%.
- El promedio de factor de carga que se refleja es de 0.33Kg/TMS que comparado con el programado de 0.35Kg/TMS, tiene un cumplimiento de 1.06%, lo cual nos indica que se está controlando la cantidad de explosivo utilizado en la voladura de tajeos.
- El nuevo Muki LHBP empezó a generar reportes de metros perforados a partir del 16 de febrero del 2020, lo cual ayudó con el incremento de metros perforados durante los meses analizados, esto se refleja en dicho mes ya que en el mes de enero del 2023 se obtuvo 1423.8 mperf en promedio, que comparados con los 2038.8 mperf en promedio del mes de febrero, genera un incremento del 43.19%, periódicamente

- La topografía en minería subterránea es muy importante ya que es necesario en trabajos de preparación y explotación de minas, la precisión de los levantamientos topográficos y actualización de los mismos son necesarios ya que se ve reflejado en la conexión eficaz de labores, diseño de proyectos subterráneos, control de rotura, puentes mínimos, etc.
- El software de planeamiento de mina subterránea Minesight es una herramienta informática que nos permite representar laboreos subterráneos ya sean subniveles, cruceros, cámaras, ventanas, tajeos de explotación, chimeneas, etc, con vistas tridimensionales y en coordenadas reales, las cuales son muy útiles al momento de planificar la preparación y explotación de minas.
- Como se puede deducir de todos estas conclusiones obtenidas y efectuadas con el Marco de los Sistemas de Ingeniería, que nos permite realizar el proceso operativo planificado a Largo Plazo de la UEA. Huachocolpa Uno - Compañía Minera Kolpa S.A., y con los Marcos de Ingeniería se procesan todas las operaciones a Corto o Largo Plazo de las empresas mineras del Perú.

RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia y necesario que se tenga un mejor control de las señalizaciones en el área de trabajo y tener los paneles informativos en buen estado y actualizados ya que se evidenció que algunos paneles informativos se encuentran deteriorados y con información.
- Brindar mayor capacitación al personal por parte de las contratas en el tema de perforación y voladura controlada en frentes y tajeos en realce (corte y relleno) con maquina chica Jack Leg, esto con el objetivo de incrementar el rendimiento de TMS/TAL Jack Leg.
- Realizar el marcado de pivots en la perforación de taladros largos, para tener mayor precisión de perforación, con ellos se reduciría la desviación de perforación de dichos taladros y esto a su vez eliminaría la Re perforación por tema de desviación, se tendría un mejor paralelismo de taladros y una mejor voladura y control de cajas.
- Controlar el factor de carga explosiva utilizada en el SN183-2EW, esto con el objetivo de obtener la sección programada para dicho subnivel de 1.4x2.4m y no tener una elevada sobre excavación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Delgado, J. (2012). *Implementación de los estándares de las operaciones mineras para el mejoramiento continuo de la mina Andaychagua de Volcan Cía. Minera S.A.A.* [Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Hustrulid, W., & Bullock, R. (2001). *Underground mining methods - Mining and blasting*.

Ministerio de Energía y Minas. (2016). *Reglamento de seguridad y salud ocupacional (D. S. N.° 024-2016-EM)*.

Puente, E. (2023). *Indicadores claves de desempeño y producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022* [Tesis, Universidad Privada del Norte].

Rendon, B. (2021). *Propuestas de diseños de cierre y post-cierre de las operaciones mineras a cielo abierto del depósito tipo VMS "El Domo - Curipamba"* [Tesis, Universidad Central del Ecuador].

Zaviezo, L. (2013). *Diseño de la planificación diaria de operaciones en Minera Escondida Ltda.* [Tesis, Universidad de Chile].

Carvajal D'Angelo, F. (1980). *Elementos de proyectos de inversión*. Editorial Hozlo S.C.R. Ltda.

DNV GL. (2017). *Gap analysis 2016-12-21 protocol report*.

DNV. (s. f.). *Sistema de clasificación internacional de seguridad* (6.ª ed.).

Echavarría, L. E. (s. f.). *Geología y mineralización mina Ares*.

EXSA. (1990). *Manual práctico de voladura*. Lima, Perú.

Hernández Sampieri, R. (2003). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Instituto de Ingenieros de Minas. (1978). *XIV Convención de Ingenieros de Minas. Manual de orientación en gestión de seguridad*. Lima, Perú.

Ministerio de Energía y Minas. (1996). *Anuario minero del Perú*. M.E.M.

Novitzky, A. (1975). *Métodos de explotación subterránea y planificación de minas*.

Repositorio institucional UNAP. (s. f.). http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/17878

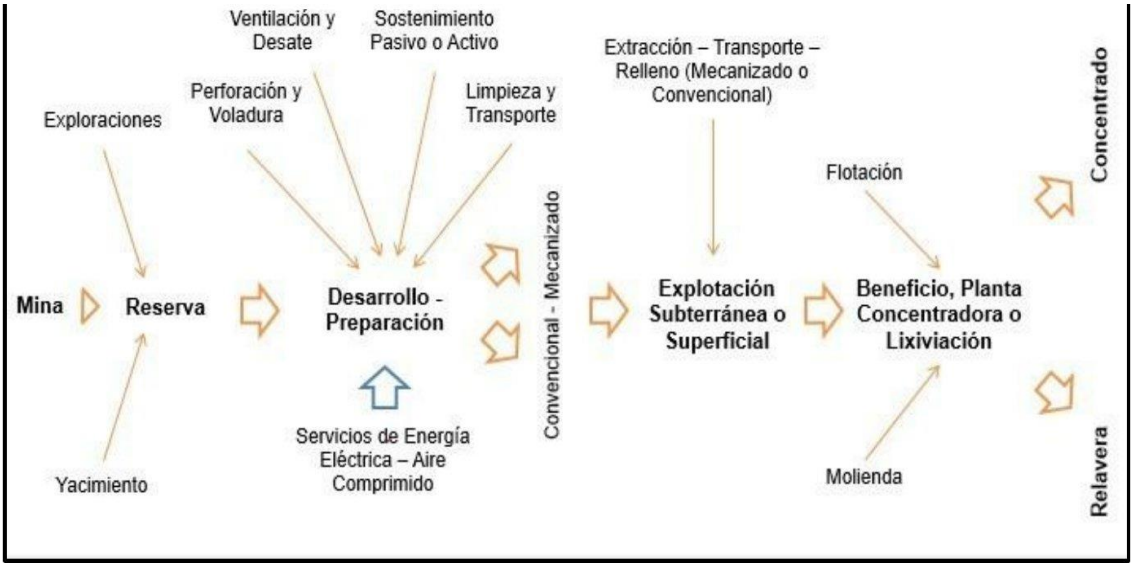
Repositorio institucional UNJBG. (2018). http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3210/1354_2018_estela_riveralm_fain_minas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gestión de riesgos aplicando el Sistema International Safety Rating System (ISRS) mediante el proceso 9: Control de riesgos y sus subprocesos en DCR Minería [Informe].

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de Recolección de Datos

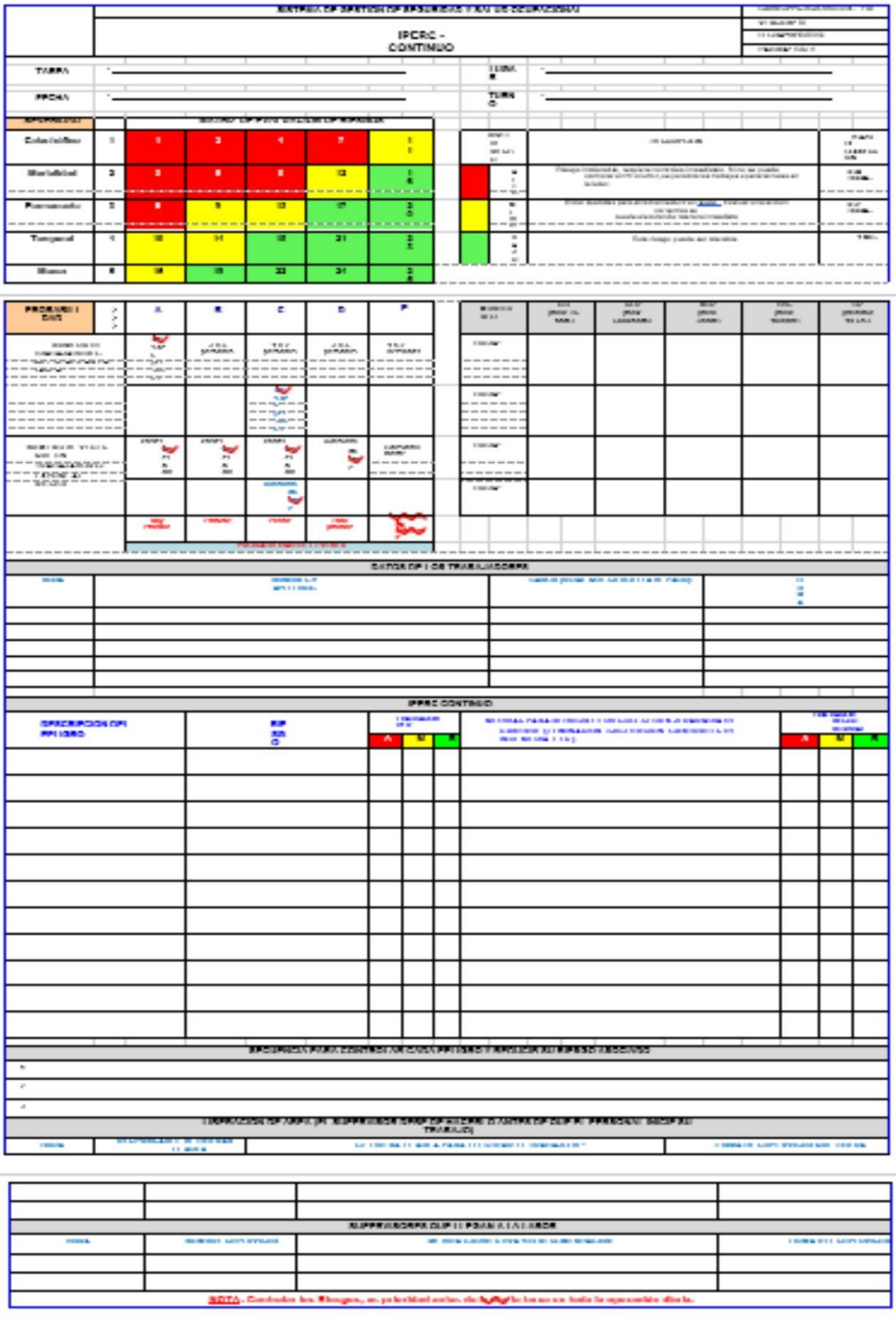
Proceso Productivo de Compañía Minera Kolpa S.A.



Calidad de macizo rocoso - Veta Bienaventurada

Litología	Rango RMR	Calidad
Caja techo alejada	31 - 72	IVA, IIIB, IIIA, y II
Caja techo inmediata	23 - 56	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Estructura mineralizada	24 - 54	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Caja piso inmediata	25 - 52	IVB, IVA, IIIB y IIIA
Caja piso alejada	43 - 61	IIIB, IIIA y II

Formato de IPERC continuo (KOLPA)

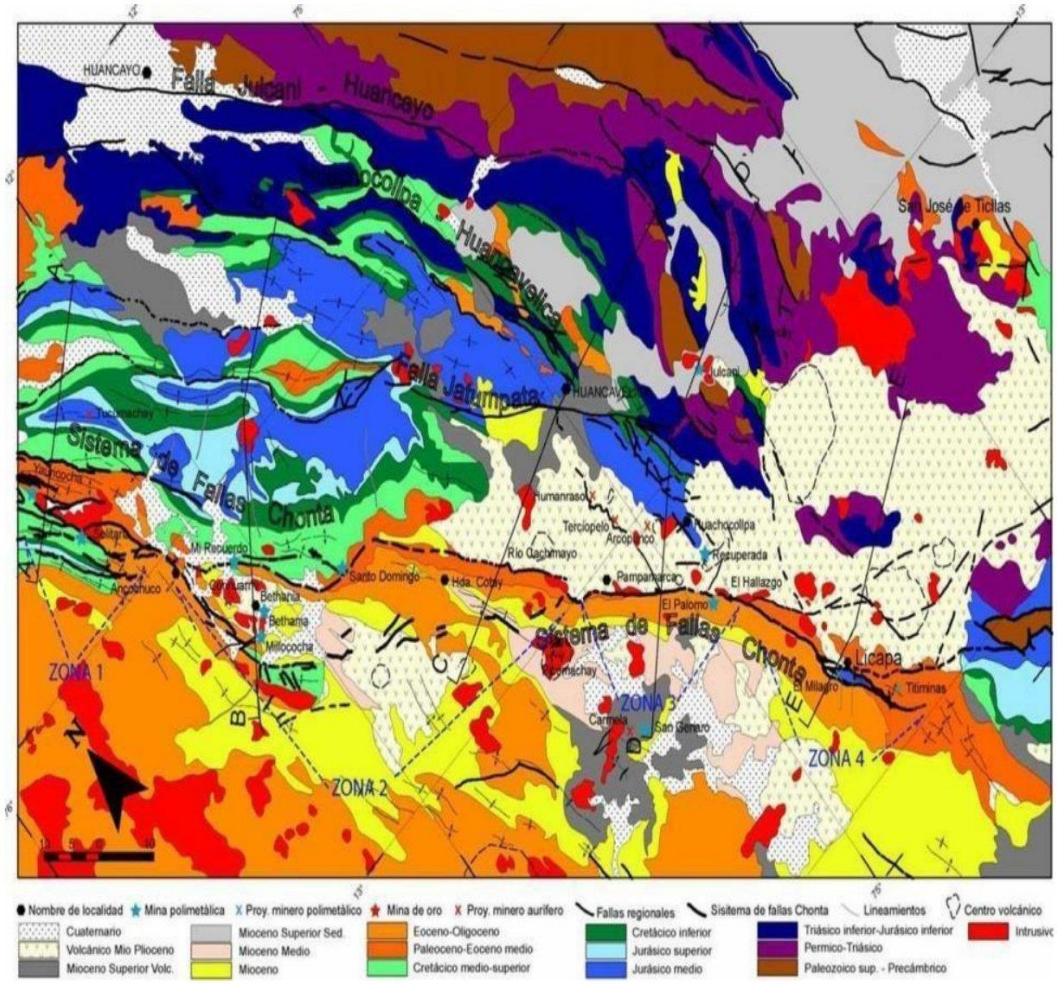


IPERC – CONTINUO

Anexo 2. *Matriz de consistencia*

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO: Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno - Compañía Minera Kolpa S.A.					
NOMBRE: Deivis Trinidad Aranciaga					
PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**
GENERAL: ¿Sera factible detallar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A.?	GENERAL: Detallar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A.	GENERAL: Con el detallar del Marco de los Sistemas de Ingeniería se efectua el Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A.	INDEPENDIENTE X: Marco de los Sistemas de Ingeniería en la UEA. Huachocolpa Uno.	Planeamiento de Mina Operaciones Mineras Metodo de Explotacion	Parametros Geomecanicos Ciclo de Minado Seguridad
PROBLEMAS ESPECÍFICOS A. ¿Se podrá desarrollar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de la explotación en la UEA. Huachocolpa Uno? B. ¿Sera factible utilizar los Sistemas de Ingeniería para monitorear y comparar el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS A. Desarrollar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para el Diseño de la explotación en la UEA. Huachocolpa Uno. B. Utilizar los Sistemas de Ingeniería para monitorear y comparar el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS A. Se podrá desarrollar el Marco de los Sistemas de Ingeniería para Diseñar la explotación en la UEA. Huachocolpa Uno B. Sera factible utilizar los Sistemas de Ingeniería para monitorear y comparar el diseño de las operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.	DEPENDIENTE Y: Diseño de las Operaciones en la UEA. Huachocolpa Uno.	Compañiua Minera Kolpa	Topografia Minera Perforacion y Voladura Software Minero

Anexo 3. *Plano geológico*



Estructura mineralizada de sulfuros de veta Bienaventurada

Anexo 3. *Panel fotográfico.*

Foto 001: Vía de Acceso a la Compañía Minera Kolpa



Foto 002: Vista Panorámica de UEA. Huachocolpa Uno



Foto 003: Planta – Mina Kolpa

