

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

Análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos, 2023

Roddy Maximo Rivera Quintana

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 9 de septiembre de 2024

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

Título:

"Análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos, 2023"

Autor:

Roddy Maximo Rivera Quintana – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 10 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

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

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

Atentamente,

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por estar siempre en todo momento en mi diario vivir.

A mis padres y familia en general, por su apoyo incondicional, por ser el soporte emocional y estar allí en la culminación de mi carrera profesional.

Gracias infinitas por todo.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, a mis padres por ser el soporte emocional en mi diario vivir. Así mismo, agradecer a la plana docente de la EAP Minas de la Universidad Continental por la formación universitaria. Un agradecimiento especial a mi asesor Ing. Javier Córdova Blancas por el soporte profesional en el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| ASESOR----- | II |
| AGRADECIMIENTO----- | III |
| DEDICATORIA----- | IV |
| ÍNDICE DE CONTENIDO----- | V |
| ÍNDICE DE TABLAS----- | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS----- | VIII |
| RESUMEN----- | X |
| ABSTRACT----- | XI |
| INTRODUCCIÓN----- | XII |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO----- | 13 |
| 1.1. Planteamiento y formulación del problema----- | 13 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema----- | 13 |
| 1.1.2. Formulación del problema----- | 14 |
| 1.2. Objetivos----- | 15 |
| 1.2.1. Objetivo general----- | 15 |
| 1.2.2. Objetivos específicos----- | 15 |
| 1.3. Justificación e importancia----- | 15 |
| 1.3.1. Justificación social - práctica----- | 16 |
| 1.3.2. Justificación académica----- | 16 |
| 1.4. Hipótesis de la investigación----- | 16 |
| 1.4.1. Hipótesis general----- | 16 |
| 1.4.2. Hipótesis específicas----- | 16 |
| 1.5. Identificación de las variables----- | 17 |
| 1.5.1. Variable independiente----- | 17 |
| 1.5.2. Variable dependiente----- | 17 |
| 1.5.3. Matriz de operacionalización de variables----- | 18 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO----- | 19 |
| 2.1 Antecedentes del problema----- | 19 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales----- | 19 |
| 2.1.2 Antecedentes nacionales----- | 20 |
| 2.2 GENERALIDADES DE LA UNIDAD MINERA----- | 21 |
| 2.2.1 Ubicación de la mina----- | 21 |
| 2.2.2 Accesibilidad a la unidad minera----- | 22 |
| 2.3 Geología General----- | 23 |
| 2.3.1 Geología Regional----- | 23 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.3.2 | Geología local | 24 |
| 2.3.3 | Geología económica | 26 |
| 2.4 | Consideraciones Geomecánicas | 28 |
| 2.5 | Consideraciones Operacionales | 30 |
| 2.5.1 | Características del ciclo de minado | 30 |
| 2.6 | Bases Teóricas | 31 |
| 2.6.1 | Consideraciones operacionales | 32 |
| 2.6.2 | Consideraciones de perforación y voladura en labores de desarrollo | 35 |
| 2.6.3 | Costos de voladura en labores de desarrollo | 36 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | | 40 |
| 3.1 | Método y alcances de la investigación | 40 |
| 3.1.1 | Método de la investigación | 40 |
| 3.1.2 | Alcances de la investigación | 41 |
| 3.2 | Diseño de la investigación | 41 |
| 3.3 | Población y muestra | 41 |
| 3.3.1 | Población | 41 |
| 3.3.2 | Muestra | 42 |
| 3.4 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 42 |
| 3.4.1 | Técnicas utilizadas en la recolección de datos | 42 |
| ✓ | Observación: labores de desarrollo (Rp 013 y By Pass 370, nivel Nv 1880). | 42 |
| ✓ | Fichas de campo: indicadores operacionales de perforación y voladura. | 42 |
| ✓ | Análisis de páginas web. | 42 |
| 3.4.2 | Instrumentos utilizados en la recolección de datos | 42 |
| ✓ | Plantilla master de perforación y voladura de la Rp 013 y By Pass 370, en el nivel Nv 1880. | 42 |
| ✓ | Plantilla relacionando las actividades de perforación y voladura. | 42 |
| ✓ | Registro de la granulometría de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880. | 42 |
| CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 43 |
| 4.1 | Consideraciones operacionales en labores de desarrollo | 43 |
| 4.2 | Análisis de los Indicadores Operacionales PyV - Rp 013 | 46 |
| 4.3 | Análisis de los Indicadores Operacionales PyV – By Pass 370 | 54 |
| 4.4 | Análisis de las actividades de perforación y voladura (Pareto) | 60 |
| 4.5 | Análisis de Costos asociados a labores de desarrollo | 64 |
| 4.6 | Validación de hipótesis | 67 |
| CONCLUSIONES | | 72 |
| RECOMENDACIONES | | 76 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 77 |
| ANEXOS | | 78 |
| Anexo 1 | | 79 |
| Anexo 2 | | 81 |
| Anexo 3 | | 84 |
| Anexo 4 | | 90 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables | 18 |
| Tabla 2. Acceso a la mina..... | 22 |
| Tabla 3. Resistencia a la compresión simple..... | 28 |
| Tabla 4. RMR del macizo rocoso y estructura mineralizada..... | 28 |
| Tabla 5. Parámetros operacionales..... | 32 |
| Tabla 6. Cash cost de la unidad minera..... | 33 |
| Tabla 7. Costo de mina de la unidad minera..... | 34 |
| Tabla 8. Costo de desarrollo de la unidad minera..... | 34 |
| Tabla 9. Precios unitarios en rampa Rp 5 x 4.5 m..... | 38 |
| Tabla 10. Precios unitarios en By Pass 5 x 4.5 m..... | 39 |
| Tabla 11. Parámetros de perforación y voladura en Rp 013 de 5 x 4.5 m..... | 45 |
| Tabla 12. Parámetros de perforación y voladura de By Pass 370 de 5 x 4.5 m..... | 45 |
| Tabla 13. Indicadores de perforación y voladura de Rp 013, octubre..... | 46 |
| Tabla 14. Indicadores de perforación y voladura de Rp 013, noviembre..... | 48 |
| Tabla 15. Indicadores de perforación y voladura de Rp 013, diciembre..... | 50 |
| Tabla 16. Resumen de indicadores de perforación y voladura de Rp 013..... | 52 |
| Tabla 17. Indicadores de perforación y voladura de By Pass 370, enero..... | 54 |
| Tabla 18. Indicadores de perforación y voladura de By Pass 370, febrero..... | 56 |
| Tabla 19. Resumen de indicadores de perforación y voladura de By Pass 370..... | 59 |
| Tabla 20. Resumen de indicadores de perforación y voladura de By Pass 370..... | 60 |
| Tabla 21. Actividades de perforación, Pareto..... | 61 |
| Tabla 22. Actividades de perforación, Pareto..... | 63 |
| Tabla 23. Costos de perforación y voladura, Rp 013..... | 64 |
| Tabla 24. Costos de perforación y voladura, By Pass 370..... | 65 |
| Tabla 25. Resumen de costos de indicadores de perforación y voladura..... | 66 |
| Tabla 26. Validación de indicadores de perforación y voladura, Rp 013..... | 67 |
| Tabla 27. Validación de indicadores de perforación y voladura, By Pass 370..... | 69 |
| Tabla 28. Comparativo de indicadores perforación y voladura, labores de desarrollo..... | 70 |
| Tabla 29. Incidencia de actividades de perforación en labores de desarrollo..... | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación de la unidad minera..... | 22 |
| Figura 2. Geología regional de la unidad minera..... | 23 |
| Figura 3. Vista del área mineralizada, de la unidad minera..... | 24 |
| Figura 4. Áreas mineralizadas de la unidad minera..... | 25 |
| Figura 5. Geología local de la unidad minera..... | 26 |
| Figura 6. Zona de cuerpos mineralizados de Zn, Cu, Pb en la unidad minera..... | 27 |
| Figura 7. Consideraciones geomecánicas del área mineralizada en la unidad minera..... | 29 |
| Figura 8. KPIs operacionales en la unidad minera..... | 30 |
| Figura 9. Ciclo de minado en la unidad minera..... | 31 |
| Figura 10. Producción diaria programada y eficiencia de planta..... | 32 |
| Figura 11. Costo de operación unitaria..... | 33 |
| Figura 12. Costo de desarrollo..... | 35 |
| Figura 13. Jumbos frontoneros, para labores de desarrollo..... | 35 |
| Figura 14. Diseño de malla de PyV en labores de desarrollo..... | 36 |
| Figura 15. Granulometría post voladura, rampa Rp 013..... | 37 |
| Figura 16. Granulometría post voladura, By pass 370..... | 37 |
| Figura 17. Plano en planta de la Rp 013 y By pass 370, área de estudio..... | 44 |
| Figura 18. Avance programado y ejecutado, Rp 013 mes de octubre..... | 46 |
| Figura 19. Volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013 mes de octubre..... | 47 |
| Figura 20. Relación avance y factor de carga, Rp 013 mes de octubre..... | 47 |
| Figura 21. Relación avance programado y ejecutado, Rp 013 mes de noviembre..... | 48 |
| Figura 22. Volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013 noviembre..... | 48 |
| Figura 23. Relación avance y factor de carga, Rp 013 mes de noviembre..... | 49 |
| Figura 24. Relación avance programado y ejecutado, Rp 013 mes de diciembre..... | 50 |
| Figura 25. Volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013 mes diciembre..... | 51 |
| Figura 26. Relación avance y factor de carga, Rp 013 mes de diciembre..... | 51 |
| Figura 27. Resumen del avance programado y ejecutado, Rp 013..... | 52 |
| Figura 28. Resumen volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013..... | 53 |
| Figura 29. Resumen de relación avance y factor de carga, Rp 013..... | 53 |
| Figura 30. Relación avance programado y ejecutado, By pass 370 mes de enero..... | 54 |
| Figura 31. Volumen de material y kilogramos de explosivos, By Pass 370 mes enero..... | 55 |
| Figura 32. Relación avance y factor de carga, By Pass 370 mes de enero..... | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 33. Relación avance programado y ejecutado, By pass 370 mes de febrero..... | 56 |
| Figura 34. Volumen de material y kilogramos de explosivos, By Pass 370, febrero..... | 57 |
| Figura 35. Relación avance y factor de carga, By Pass 370 mes de febrero..... | 57 |
| Figura 36. Resumen del avance programado y ejecutado, By Pass 370..... | 58 |
| Figura 37. Resumen volumen de material y kilogramos de explosivos, By Pass 370..... | 59 |
| Figura 38. Resumen de relación avance y factor de carga, By Pass 370..... | 59 |
| Figura 39. Actividades de perforación, diagrama de Pareto..... | 62 |
| Figura 40. Incidencia de actividades de perforación..... | 63 |
| Figura 41. Indicadores de perforación y voladura – costos, Rp 013..... | 64 |
| Figura 42. Indicadores de perforación y voladura – costos, By Pass 370..... | 65 |
| Figura 43. Resumen de costos de indicadores de perforación y voladura..... | 66 |
| Figura 44. Validación de la hipótesis de indicadores perforación y voladura, Rp 013..... | 68 |
| Figura 45. Validación de la hipótesis de indicadores perforación y voladura, By Pass 370..... | 69 |
| Figura 46. Validación de la hipótesis de actividades de avance..... | 71 |

RESUMEN

El desarrollo del trabajo de investigación, evalúa el cumplimiento de los programas de avance mediante el análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo. Las labores de desarrollo analizadas consideran la rampa Rp 013 y el By Pass 370 en el nivel Nv 1880, con secciones de 5.0 x 4.5 metros. Los parámetros analizados fueron: el avance, metros perforados, volumen de material, kilogramos de explosivos y factor de carga en los escenarios programado y ejecutado, durante los periodos de octubre a diciembre (Rp 013) y el periodo de enero a febrero (By Pass 370).

Se aplica el método inductivo / deductivo, el cual se orienta al cumplimiento de los programas de avance de labores de desarrollo (Rp 013 y By Pass 370), considerando escenarios base y optimizado, considerando el análisis de las principales actividades que inciden en este proceso.

El análisis en la Rp 013, durante el mes de diciembre (escenario optimizado), el avance programado fue de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado en 4.14 m/disparo, generando un déficit de 0.06 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real en 85.62 m³, con una diferencia de 8.41 m³ m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 211.09 kg/disparo y el consumo real de 200.12 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 10.97 kg/disparo.

El análisis en el By Pass 370, durante el mes de febrero (escenario optimizado), el avance programado fue de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado en 4.10 m/disparo, generando un déficit de 0.10 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real en 87.43 m³, con una diferencia de 7.07 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 211.1 kg/disparo y el consumo real de 198.37 kg/disparo, generando un menor consumo de explosivo en 12.72 kg/disparo. Las 4 actividades que se identificaron y ayudaron a la mejora del avance en la Rp 013 y By Pass 370 han sido identificadas como: esperando área / orden de trabajo, falla mecánica, falta de operador y falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla).

Palabras clave: avance, rampa, by pass, Pareto, metros perforados, volumen, explosivos, etc.

ABSTRACT

The development of the research work evaluates compliance with the progress programs through the analysis of the operational indicators of drilling and blasting in development work. The development work analyzed considers the Rp 013 ramp and the By Pass 370 at level Lv 1880, with sections of 5.0 x 4.5 meters. The parameters analyzed were: progress, meters drilled, volume of material, kilograms of explosives and load factor in the programmed and executed scenarios, during the periods from October to December (Rp 013) and the period from January to February (By Pass 370).

The inductive/deductive method is applied, which is oriented towards the fulfillment of the development work advancement programs (Rp 013 and By Pass 370), considering base and optimized scenarios, considering the analysis of the main activities that affect this process. .

The analysis in Rp 013, during the month of December (optimized scenario), the programmed advance was 4.20 m/shot, being executed at 4.14 m/shot, generating a deficit of 0.06 meters. The programmed volume was 94.50 m³ and the actual volume was 85.62 m³, with a difference of 8.41 m³ m³/shot. This executed volume considers a programmed explosive consumption of 211.09 kg/shot and the actual consumption of 200.12 kg/shot, generating a higher explosive consumption of 10.97 kg/shot.

The analysis in By Pass 370, during the month of February (optimized scenario), the programmed advance was 4.20 m/shot, being executed at 4.10 m/shot, generating a deficit of 0.10 meters. The programmed volume was 94.50 m³ and the actual volume was 87.43 m³, with a difference of 7.07 m³/shot. This executed volume considers a programmed explosive consumption of 211.1 kg/shot and the actual consumption of 198.37 kg/shot, generating a lower explosive consumption of 12.72 kg/shot. The 4 activities that were identified and helped improve progress on Rp 013 and By Pass 370 have been identified as: waiting area / work order, mechanical failure, lack of operator and lack of support (bolt / cable / shot / mesh).

Keywords: advance, ramp, by pass, Pareto, drilled meters, volume, explosives, etc.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo de investigación, nos permite dar una mirada al comportamiento de los indicadores operacionales de perforación y voladura, para el cumplimiento de los programas de avance en la Rp 013 y el By Pass 370, del nivel Nv 1880.

Un adecuado cumplimiento de los planes de minado en diferentes unidades mineras, son directamente relacionadas con el avance efectivo de las labores de desarrollo y preparación del método de minado a aplicar.

El presente estudio, analiza las diferentes variables operacionales como: el avance, metros perforados, volumen de material, kilogramos de explosivos y factor de carga en los escenarios programado y ejecutado.

Para entender el comportamiento de los indicadores operacionales de perforación y voladura en el avance de labores de desarrollo como la Rp 013 y el By Pass 370, (escenario base), se comparará con sus actividades asociadas mediante la herramienta de Pareto, para mejorar el avance efectivo.

El trabajo de investigación, se detalla en 4 capítulos donde: el Capítulo I, plantea el problema, objetivo e hipótesis general y los específicos. El Capítulo II, detalla la base teórica, así como las generalidades del proyecto minero. El Capítulo III, plantea el método y diseño de investigación. Finalmente, en el Capítulo IV, se analiza e interpreta los resultados para validar las hipótesis planteadas.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Durante la última década la aplicación de métodos de minado con taladros largos en operaciones subterráneas se ha convertido en un método de gran utilización en la industria minera, sobre todo en la minería peruana.

El constante incremento de costos operacionales, obliga a diferentes operaciones mineras a optimizar los diferentes procesos unitarios aplicados en el minado con taladros largos por su alto tonelaje producido.

Uno de los grandes inconvenientes en la aplicación del método de minado con taladros largos, involucra el mayor tiempo asociado al desarrollo y preparación de los diferentes tajos de producción a ser minados.

El presente estudio, realizará el análisis del cumplimiento de labores de desarrollo en el diseño del método de minado con taladros largos. Desarrollar y preparar un método de minado con taladros largos como sublevel stoping, así como el bench and fill son de vital importancia para el cumplimiento del ciclo de minado y por ende cumplir con los planes de minado.

El cumplimiento de los planes de producción programados, considerando el avance efectivo de las labores de desarrollo y preparación, está directamente relacionado a las variables de perforación y voladura.

El presente estudio, realizará un análisis de los parámetros asociados a la perforación y voladura, considerando el factor de potencia, metros perforados, tiempo de perforación, etc. en los escenarios programados y ejecutados en labores de desarrollo y preparación del método de minado con taladros largos.

Los resultados obtenidos, serán relacionados con su costo unitario de perforación y voladura, con la implicancia del avance efectivo.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos, 2023?

1.1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo influye los metros perforados y kilogramos de explosivo en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023?.
- b) ¿Cómo influye las actividades de perforación y voladura en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023?.
- c) ¿Cómo influye los costos unitarios por metro lineal en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023?.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos, 2023.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar la influencia de los metros perforados y kilogramos de explosivo en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023.
- b) Determinar la influencia de las actividades de perforación y voladura en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023.
- c) Determinar la influencia de los costos unitarios por metro lineal en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023.

1.3. Justificación e importancia

El desarrollo del presente trabajo de investigación, analiza el avance efectivo en labores de desarrollo, para la preparación del método de minado con taladros largos. Los resultados obtenidos, considera el comportamiento de los metros perforados, el avance efectivo, los kilogramos de explosivos y sus costos asociados en los escenarios programados y ejecutados.

El análisis de los resultados, tiene una importancia directa en el tiempo de desarrollo y preparación de los diferentes tajos asociados al método de minado con taladros largos, en la unidad minera.

1.3.1. Justificación social - práctica

El análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos.

El cumplimiento de los planes de minado en operaciones mineras, considerando un avance efectivo óptimo de las labores de desarrollo y preparación en taladros largos, ayudará a incrementar la rentabilidad operacional. Los resultados obtenidos en el presente estudio ayudarán a mejorar las inversiones sociales, generando una mejor empatía con las comunidades aledañas al proyecto minero.

1.3.2. Justificación académica

Los resultados obtenidos y analizados de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo, consideran la aplicación de diferentes modelos numéricos, los que servirán ser parte de herramienta académica para el análisis de trabajos similares por docentes, estudiantes e investigadores.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

El análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura influye en el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos, 2023.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) Al determinar el análisis de los metros perforados y kilogramos de explosivo influye en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023.
- b) Al determinar el análisis de las actividades de perforación y voladura influye en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023.

- c) Al determinar el análisis de los costos unitarios por metro lineal influye en el cumplimiento del programa de avance de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880 en el método de minado con taladros largos, 2023.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

Cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos.

1.5.2. Variable dependiente

Análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo.

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables

| Variables | Definición Conceptual | Definición operacional | | |
|--|---|---|--|---|
| | | Dimensiones | Sub-Dimensiones | Indicadores |
| VI: Cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos. | El cumplimiento de los programas de avance en métodos de minado con taladros largos, incide directamente en los planes de minado. | <ul style="list-style-type: none"> • Geológico • Geomecánico • Operacionales | Dominios geológicos Dominios geomecánicos Plan de minado | Estructura mineralizada, litología, densidad, etc. Propiedades del macizo rocoso, RMR, GSI, etc. Tonelaje, mts. perforados, kg explosivos, etc. |
| VD: Análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo. | El análisis de los indicadores de perforación y voladura en labores de desarrollo, incidirán directamente en la rentabilidad operacional de la unidad minera. | <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de PyV • Indicadores económicos | Operacional Económico | Metros perforados, kg de explosivos, volumen, etc. Precios unitarios, US \$/m., costos de PyV, etc. |

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

- ✓ Tesis titulada: «MODELAMIENTO NUMÉRICO DE LA SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN DE UN CASERÓN EN MINERÍA DE SUBLEVEL STOPING», el objetivo fue definir una metodología que analice los criterios de estabilidad en la aplicación del método de minado mediante modelos numéricos en operaciones reales. Se realizó un análisis de sensibilidad considerando los parámetros de explotación, geológicos y propiedades del macizo rocoso aplicando los modelos numéricos. La aplicabilidad de los modelos numéricos, permitieron modelar el comportamiento del macizo rocoso, considerando la predictibilidad del método de minado con taladros largos (sublevel stoping) en el planeamiento de corto plazo (1).

- ✓ Tesis titulada: «EVALUACIÓN DEL LÍMITE ÓPTIMO ENTRE MINERÍA CIELO ABIERTO Y SUBLEVEL STOPING». El objetivo del presente trabajo es determinar el límite del pit económico y el método de minado sublevel stoping con relleno. El trabajo permite realizar un análisis de los planes de producción aplicado en una mina de Au, Ag y Cu, considerando una ley media de 0.26 gramos, para luego realizar un comparativo entre ambos escenarios con sublevel

stopping y open pit. Dentro del análisis económico se considera la explotación en forma independiente y el escenario considerando ambos métodos. La evaluación financiera considerando el método de explotación independientes genera un VAN de 1,601 M US\$ (considerando 3 fases) y en el escenario mixto genera un VAN de 1,518 M US\$ (2).

2.1.2 Antecedentes nacionales

- ✓ Tesis titulada: «APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS SIN BY PASS - VETA RAMAL ALIANZA DE MINERA ARGENTUM ». Cuyo objetivo, es la aplicación de taladros largos en la veta Ramal Alianza, considerando los parámetros técnicos y económicos. Las consideraciones de análisis de variables geológicas, geomecánicas, operacionales y económicas inciden en la aplicación del método de minado con taladros largos. La aplicación de taladros largos en la explotación de la veta Ramal Alianza considera un incremento de la producción de 580,479 toneladas a 743,680 toneladas, una reducción de costos de operación de 112.42 US \$/ton a 78.48 US \$/ton, considerando una reducción de costos de mina de 61.41 US \$/ton a 39.54 US \$/ton (3).

- ✓ Tesis titulada: «IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO SUBLEVEL STOPING CON TALADROS LARGOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EL TAJO 830E EN LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN DE LA COMPAÑÍA MINERA BATEAS S.A.C.». El objetivo del trabajo es incrementar la producción mediante la implementación del método sublevel stopping con taladros largos en Minera Bateas. La implementación del método de minado con taladros largos en el tajo 830 E, en los niveles profundos de la unidad minera, considera una mejora en los resultados, con un incremento de la producción de 18000 toneladas, con un costo unitario de 38.0 US \$/ton y un costo de operación anual de 4'501,429 US\$ (4).

- ✓ Tesis titulada: «INFLUENCIA DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CON TALADROS LARGOS - BENCH & FILL EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA VETA GISELA - MINA ANIMÓN – 2018”. Donde el objetivo es determinar la optimización del proceso productivo en la veta Gisela, mediante la influencia del método de minado Bench and Fill con taladros largos. La aplicación del método de minado considera una mejora de la productividad y reducción de costos en los diferentes procesos unitarios de la veta Gisela, mina Animón, considerando estudios detallados de las variables geológicas, geomecánicas y operacionales. La implementación del método de minado con taladros largos considerando el comparativo con el método de minado con breasting, genera una reducción de costos de operación de 62.4 US \$/ton a 41.36 US \$/ton, generando una reducción de 21.04 US \$/ton (5).

2.2 GENERALIDADES DE LA UNIDAD MINERA

2.2.1 Ubicación de la mina

La unidad minera ubicada en la costa peruana, distrito de Chavín, provincia de Chincha y departamento de Lima.

La mina se ubica a 175.3 kilómetros al sur este de la ciudad de Lima, entre alturas de 1,800 y 2,250 msnm, con una altura promedio de 1,820 msnm.

Las coordenadas UTM consideran:

8' 554,400 Norte

993,100 Este

Las coordenadas geográficas son:

Longitud Oeste: 75° 59' 36"

Latitud Sur: 13° 04' 25"

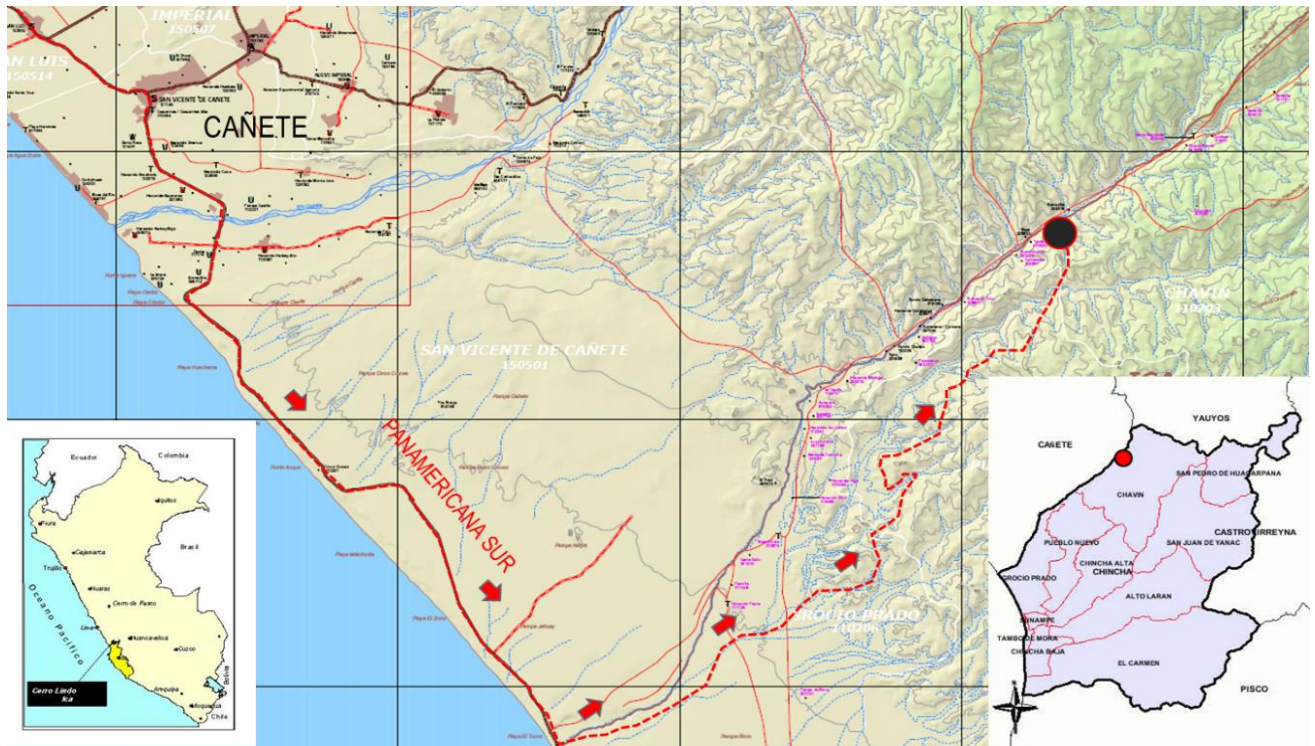


Figura 1. Ubicación de la unidad minera
Fuente: área de planeamiento

2.2.2 Accesibilidad a la unidad minera

El acceso a la unidad minera considera un total de 240.3 kilómetros, el cual se arriba en un tiempo de 4.0 horas a la unidad minera, siendo las siguientes rutas:

Tabla 2. Acceso a la mina

| RUTA | DISTANCIA | TIEMPO | TIPO DE VÍA |
|------------------------|--------------------------|------------------|---------------|
| Lima – Quebrada Jahuay | 179.80 kilómetros | 2.6 horas | Vía asfaltada |
| Quebrada Jahuay a mina | 60.5 kilómetros | 1.4 horas | Vía afirmada |
| Total | 240.30 kilómetros | 4.0 horas | |

Fuente: área de planeamiento

2.3 Geología General

Los cuerpos mineralizados presentes en la unidad minera tienen una orientación NW (nor oeste), con un buzamiento promedio de 65° SW (sur oeste), cuyas dimensiones del área mineralizada de 1350 metros de longitud, con anchos de 83 metros y profundidades de 245 metros.

2.3.1 Geología Regional

Ubicado en el flanco W (oeste) de la cordillera occidental, emplazados en rocas volcano sedimentarias de la formación Huaranguillo (grupo Casma) de edad del cretáceo medio – inferior, compuestas por andesitas, areniscas y calizas silicificadas, los cuales han sido disturbadas por intrusivos del batolito de la costa del cretáceo superior compuesto por granodioritas, tonalitas y dioritas de la Super Unidad Incahuasi.

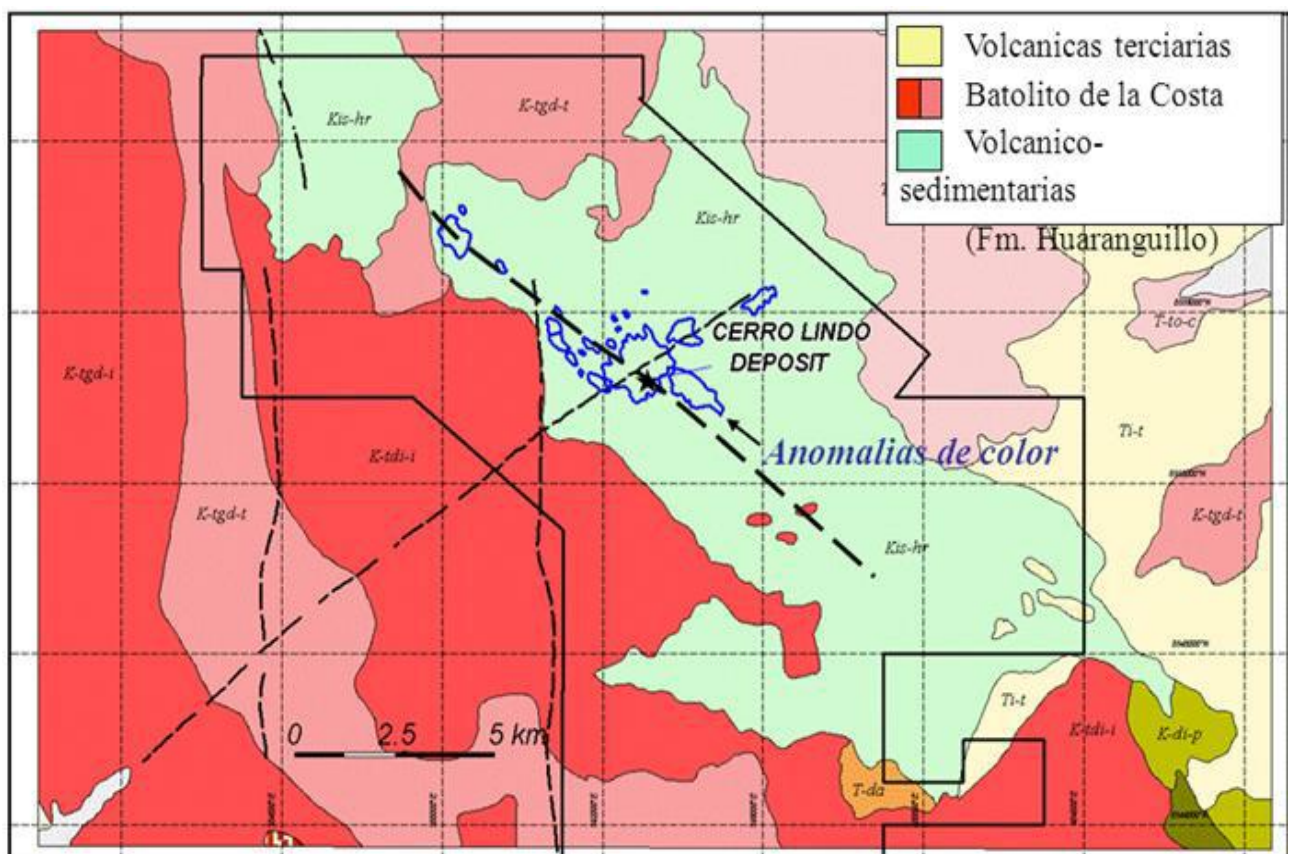


Figura 2. Geología regional de la unidad minera
Fuente: área de geología

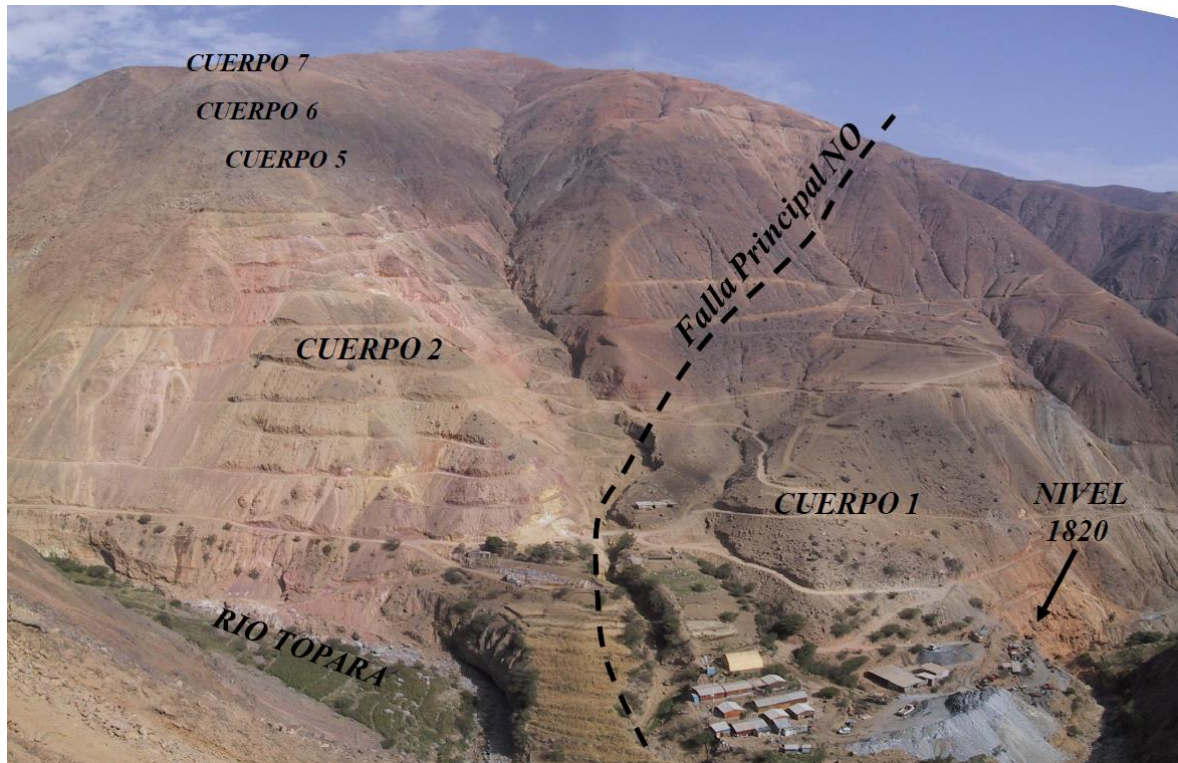


Figura 3. Vista del área mineralizada, de la unidad minera
Fuente: área de geología

2.3.2 Geología local

De acuerdo a los estudios realizados en la unidad minera, las estructuras mineralizadas están emplazadas en rocas volcánicas, siendo las cajas piso y techo compuesta por riolitas (gradando a rio dacitas).

Así mismo se observa en forma distal tufos de cenizas, presentándose en algunos sectores en la base o el techo de los cuerpos mineralizados categorizados como VMS (sulfuros masivos).

La presencia de intrusivos del batolito de la costa, compuesta principalmente por granodioritas, rodean las rocas volcano sedimentarias en forma de roof pendant. Finalmente, la presencia de fases tardías como diques de composición pórfido andesítico cortan el ambiente volcano sedimentario, así como los intrusivos del batolito de la costa.

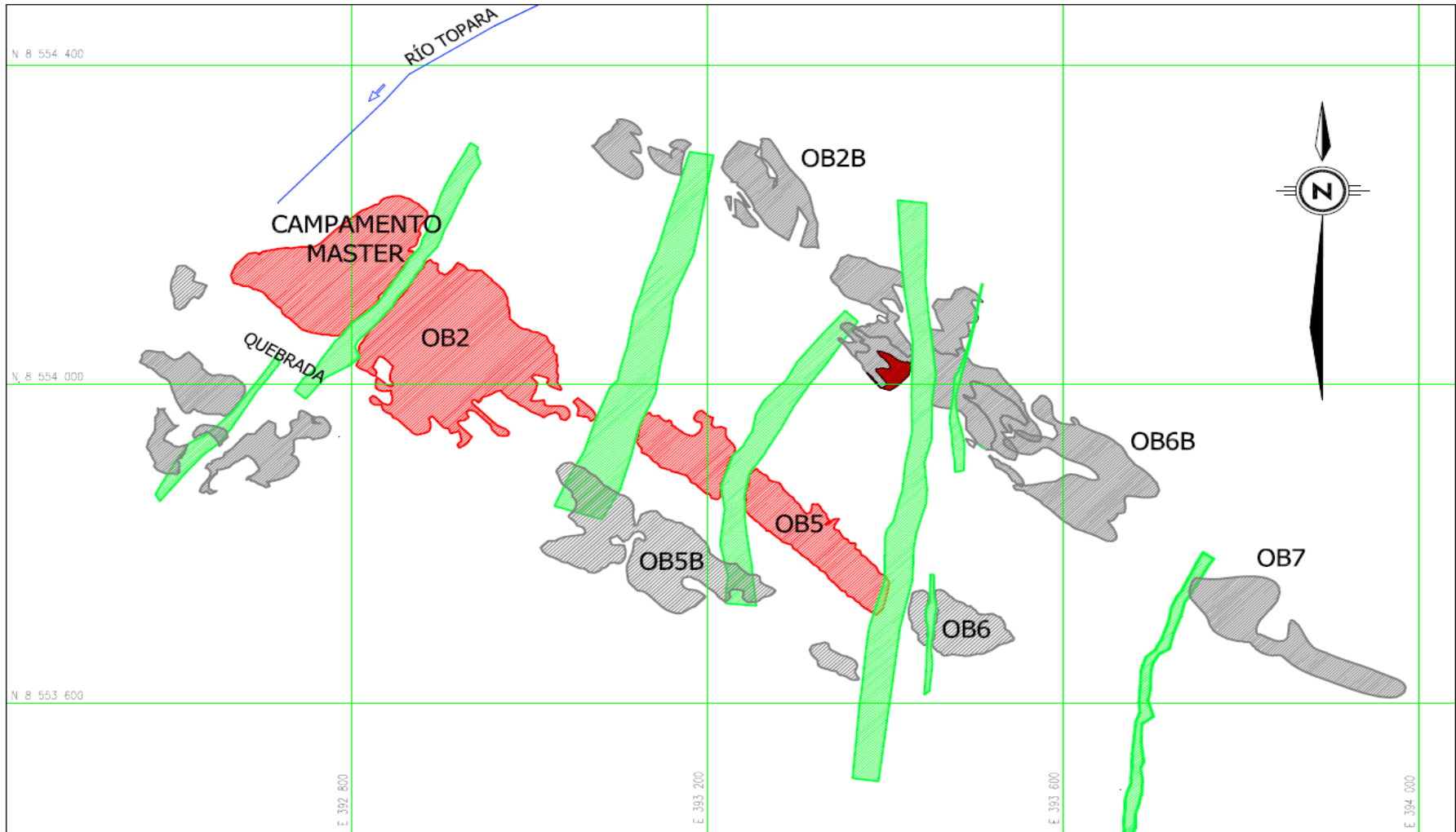


Figura 4. Áreas mineralizadas de la unidad minera
 Fuente: área de geología

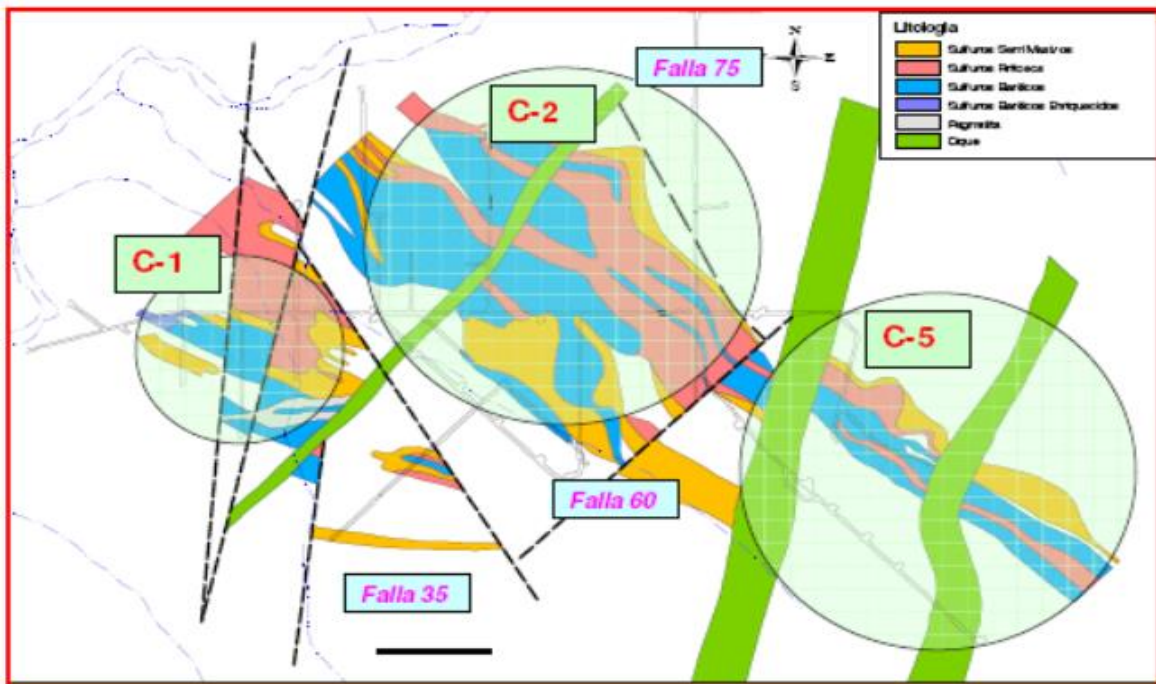


Figura 5. Geología local de la unidad minera
Fuente: área de geología

2.3.3 Geología económica

El yacimiento ha sido considerado como un sulfuro masivo (VMS) de Zn, Cu y Pb, asociados a cuerpos mineralizados con rumbo NW y buzamiento de 65° SW. Los cuerpos mineralizados están en un área mineralizada de 1250 x 83 x 245 metros (largo, ancho y profundidad).

Se han identificado 7 cuerpos mineralizados y algunos cuerpos menores (satélites), se observan 3 tipos de sulfuros masivos y uno semi masivo:

- ✓ Sulfuro masivo barítico, compuesto por alta concentración de Zn, y presencia adicional de Pb y Ag.
- ✓ Sulfuro masivo barítico, con alta concentración de Cu, y presencia adicional de Zn.
- ✓ Sulfuro masivo de pirita, con presencia de cobre marginal.
- ✓ Sulfuro semi masivo de menor concentración de pirita.

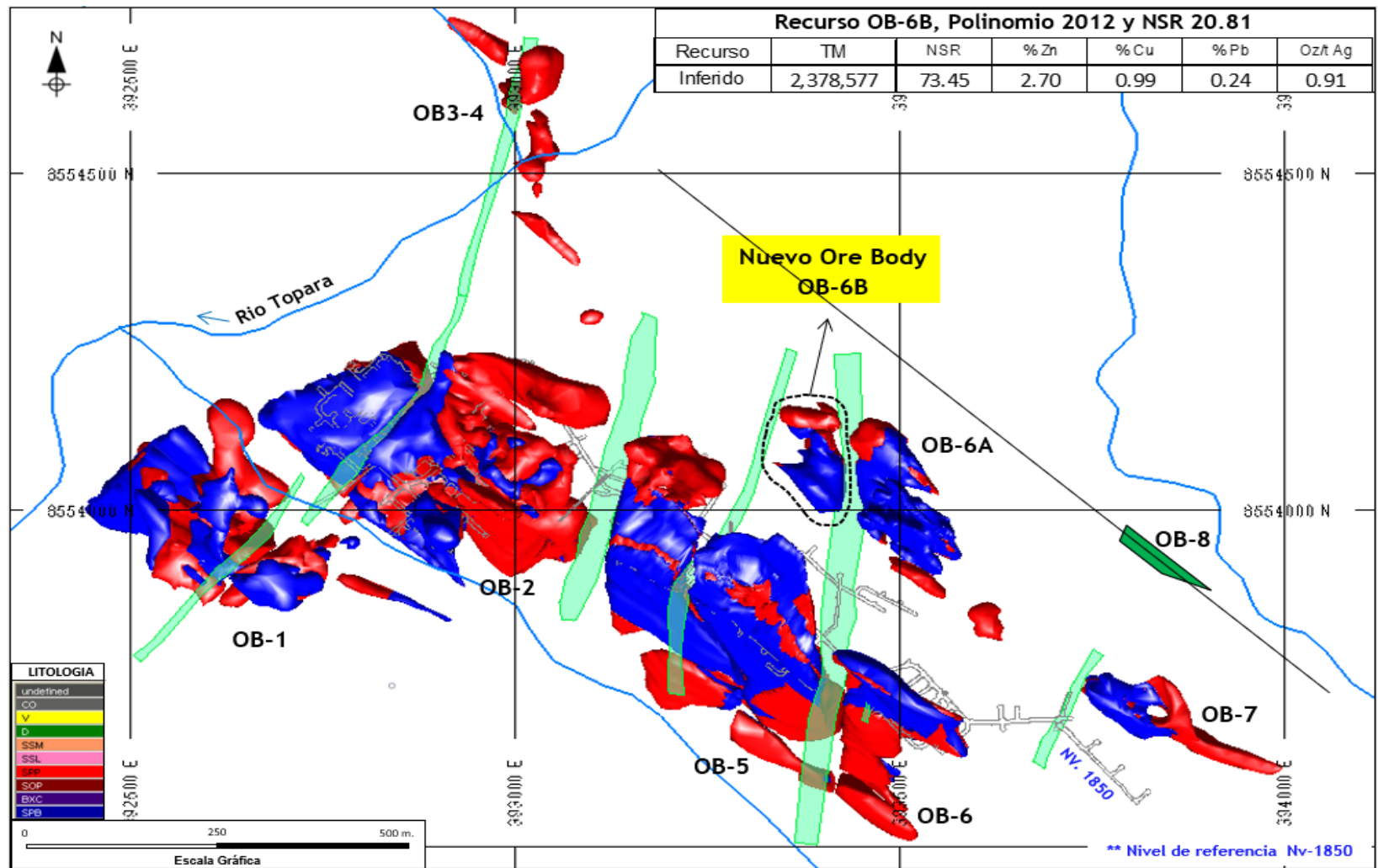


Figura 6. Zona de cuerpos mineralizados de Zn, Cu, Pb en la unidad minera
Fuente: área de geología

2.4 Consideraciones Geomecánicas

La caracterización geomecánica del macizo rocoso, asociado a las principales zonas operativas, considerando la zonificación de acuerdo a sus características correspondiente a la caja piso y techo, así como a la estructura mineralizada.

Tabla 3. Resistencia a la compresión simple

| Litología | Cantidad de Ensayos | Mín. de RCS (MPa) | Máx. de RCS (MPa) | Prom. de RCS (MPa) |
|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| SPP | 19 | 19 | 104 | 59 |
| SPB | 18 | 21 | 84 | 44 |
| ENCLAVE | 4 | 23 | 111 | 54 |
| VOLCÁNICO | 38 | 39 | 180 | 116 |
| DIQUE | 6 | 142 | 212 | 192 |

Fuente: área de geomecánica

En el análisis del cuerpo mineralizado y las cajas, se observa la variabilidad de la resistencia a la compresión simple, considerando para la roca volcánica un mínimo de 39 Mpa y un máximo de 180 Mpa, así mismo en la estructura mineralizada un mínimo de 19 Mpa y un máximo de 104 Mpa.

Tabla 4. RMR del macizo rocoso y estructura mineralizada

| Litología | RMR | | Tipo | Calidad Masa Rocosa |
|-------------------------|---------|----------|-------|---------------------|
| | Rango | Promedio | | |
| Estructura Mineralizada | 51a 61 | 56 | III A | Regular A |
| Caja Piso (volcánico) | 51 a 61 | 56 | III A | Regular A |
| Caja Techo (volcánico) | 37 - 43 | 41 | IV A | Mala A |

Fuente: área de geomecánica

El RMR de la caja piso considera un rango de 50 a 60, categorizado como una roca tipo IIIA de calidad de roca regular A, la caja techo con un RMR de rango 38 a 42 de tipo IVA considerado como calidad Mala A y el RMR de la estructura con un rango de RMR de 50 a 60 de tipo IIIA de calidad Regular A.

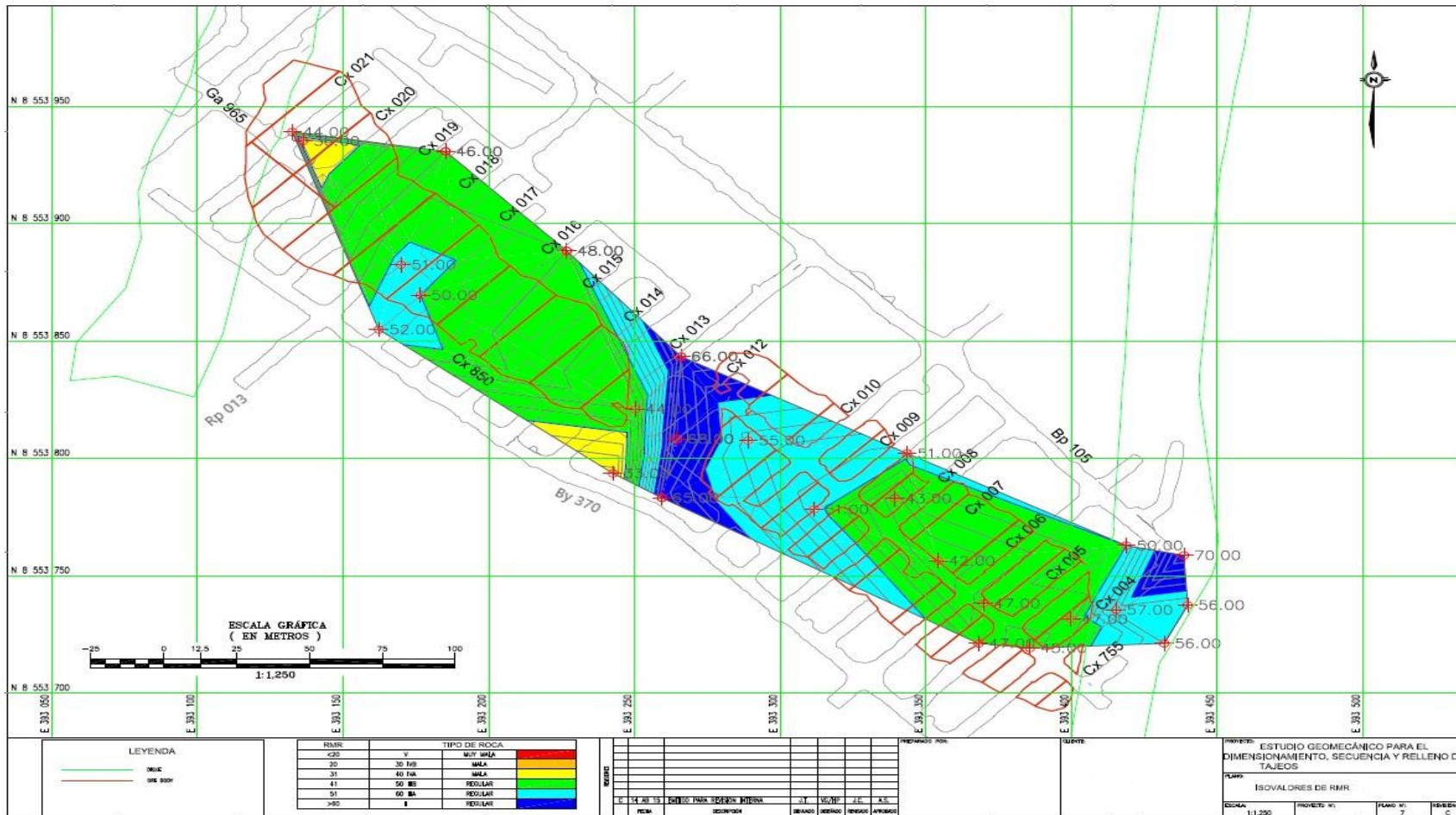


Figura 7. Consideraciones geomecánicas del área mineralizada en la unidad minera
 Fuente: área de geomecánica

2.5 Consideraciones Operacionales

Las características de la unidad minera, consta de una producción anual de 6, 890,200 toneladas anuales aproximadamente y 18,890 toneladas diarias, considera un total de 34,000 metros anual de avance y un total de 1, 630,000 m³ anuales de relleno en pasta. Desde el nivel 1970 al nivel 1490, considera una altura de 480 metros y longitudes total de 1.4 kilómetros de distancia desde la cámara de carguío a boca mina.

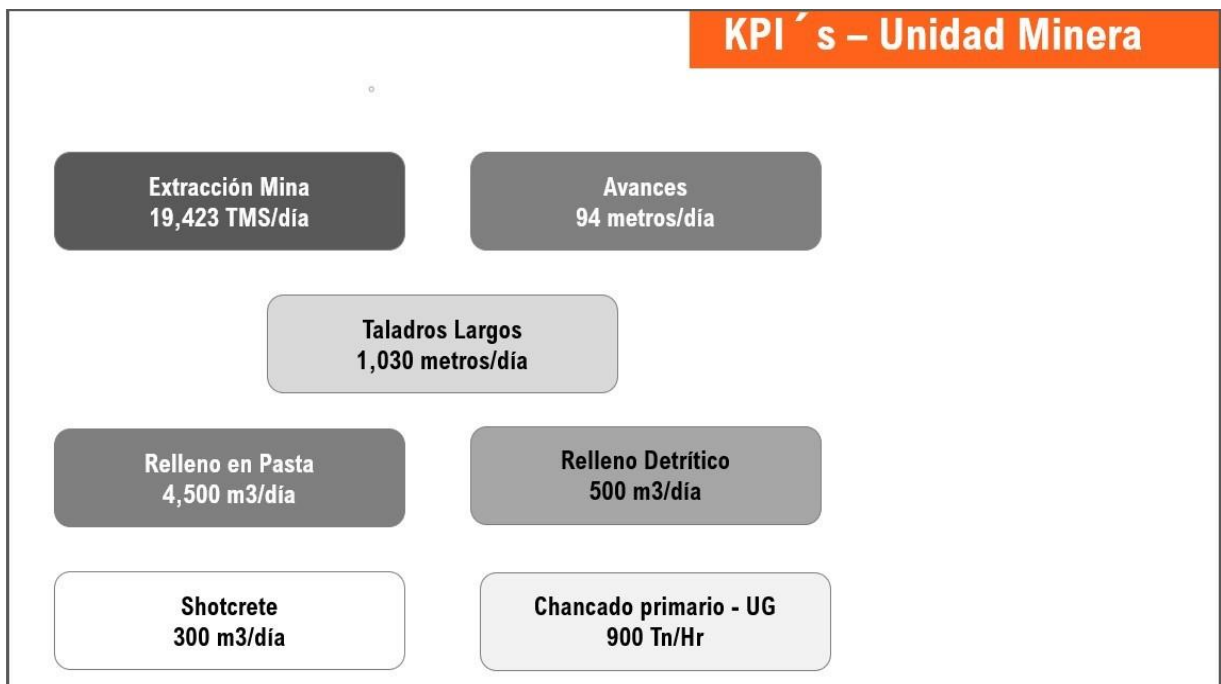


Figura 8. KPIs operacionales en la unidad minera
Fuente: área de planeamiento

Los KPIs asociados a las diferentes unidades operacionales de mina y planta considera los siguientes ítems: en el rubro de extracción de mina con 19,420 TMS/día, los avances consideran 93 m/día, el relleno en pasta de 4,600 m³/día, el relleno detrítico de 520 m³/día, con 1,030 m/día de taladros largos, los tph (chancado) consideran 910 ton/hr y con 300 m³/día con shotcrete.

2.5.1 Características del ciclo de minado

El método de minado aplicado es el sublevel stoping con taladros largos, de acuerdo a los parámetros operacionales se considera el siguiente ciclo de minado.



Figura 9. Ciclo de minado en la unidad minera
Fuente: área de planeamiento

El ciclo de minado se inicia desde la perforación con taladros largos, considerando equipos Simba M4, con longitudes de perforación de hasta 30 metros, utilizando anfo y emulsión para la voladura, para luego realizar la ventilación considerando ventiladores principales, y el desate y limpieza posterior, considerando el carguío y acarreo con scoops de 7, 9 y 11 yd³, para luego realizar el sostenimiento y el relleno de los tajos primarios y secundarios.

2.6 Bases Teóricas

El desarrollo del presente trabajo de investigación, realiza el análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo, para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos. El cumplimiento de los planes de producción en la unidad minera, involucra un adecuado cumplimiento en labores de avance, para lo cual se analizará los indicadores operacionales en la rampa RP 013 y el By Pass 370 en el nivel NV 1880, considerando la incidencia de las diferentes actividades asociadas al proceso de perforación.

Las variables analizadas son: el avance efectivo, volumen de material, el factor de carga y el total de consumo de explosivos.

2.6.1 Consideraciones operacionales

Se considera el análisis de los parámetros operacionales y económicos, en base a parámetros de producción, paradas de planta y eficiencia de planta.

Tabla 5. Parámetros operacionales

| PARÁMETROS OPERACIONALES | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|--------|
| | Und | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | TOTAL |
| Tratamiento Planta (x 1000) | TM | 609 | 588 | 609 | 630 | 609 | 630 | 620 | 630 | 630 | 609 | 630 | 609 | 7,403 |
| Ton Tratadas x día (Planta) | ktp | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21.00 |
| Paradas (Planta) | días | 2.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 | 12.50 |
| Días Operativos (Planta) | días | 29.0 | 28.0 | 29.0 | 30.0 | 29.0 | 30.0 | 29.5 | 30.0 | 30.0 | 29.0 | 30.0 | 29.0 | 352.50 |
| Eficiencia (Planta) | % | 93.5% | 100.0% | 93.5% | 100.0% | 93.5% | 100.0% | 95.2% | 96.8% | 100.0% | 93.5% | 100.0% | 93.5% | 96.6% |

Fuente: área de planeamiento

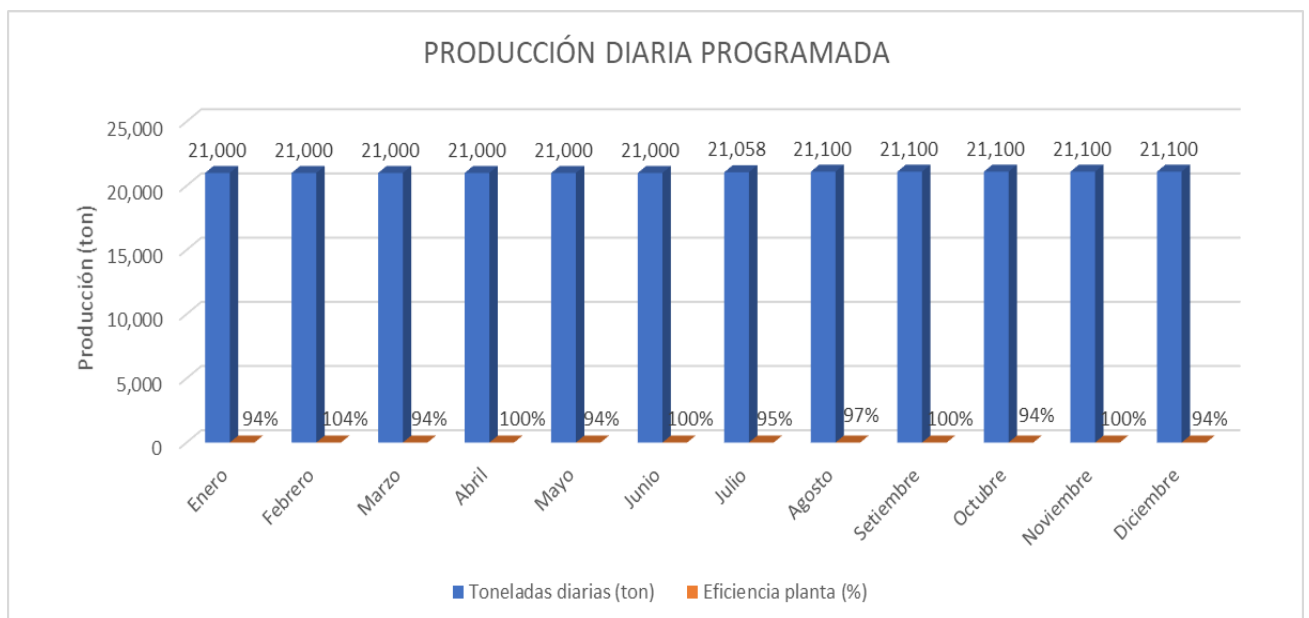


Figura 10. Producción diaria programada y eficiencia de planta.

Fuente: área de planeamiento

Se considera una producción diaria promedio de 21047 tpd, considerando 354 días de operación y una eficiencia en planta del 97%.

El cash cost anual fue de US \$ 232,101 702 y un cash cost unitario de 31.2 US \$/ton considerando las diferentes áreas unitarias como mina producción, mina desarrollos, planta, mantenimiento, geología, etc.

Tabla 6. Parámetros económicos (Cash cost)

| PARÁMETROS ECONÓMICOS | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|--|
| Áreas | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total | |
| Mina Producción (US\$) | 5,043,778.74 | 5,025,173.37 | 5,033,011.46 | 5,100,201.03 | 5,033,010.89 | 5,100,201.39 | 5,075,240.33 | 5,076,448.85 | 5,105,171.09 | 5,043,485.61 | 5,101,151.29 | 5,037,963.78 | 60,774,837.82 | |
| Mina Desarrollos (US\$) | 4,559,046.75 | 4,539,715.65 | 4,569,737.78 | 4,561,719.27 | 4,570,303.73 | 4,582,451.69 | 4,581,731.13 | 4,559,972.20 | 4,577,198.90 | 4,545,040.21 | 4,583,033.37 | 4,550,773.86 | 54,780,724.54 | |
| Planta (US\$) | 3,883,299.80 | 3,881,693.70 | 3,893,755.76 | 4,006,767.00 | 3,893,755.76 | 4,006,767.00 | 3,958,651.97 | 4,015,182.66 | 4,014,142.66 | 3,900,601.42 | 4,014,142.66 | 3,900,601.42 | 47,369,361.82 | |
| Mantenimiento (US\$) | 3,916,654.20 | 3,916,654.20 | 3,916,654.20 | 3,916,654.20 | 3,916,654.20 | 3,916,654.20 | 3,313,713.51 | 3,821,211.79 | 3,821,211.79 | 3,821,211.79 | 3,821,211.79 | 3,218,271.10 | 45,316,757.00 | |
| Geología (US\$) | 510,634.91 | 515,634.91 | 520,634.91 | 515,634.91 | 584,634.91 | 526,634.91 | 456,634.91 | 428,634.91 | 458,634.91 | 468,634.91 | 461,634.91 | 429,634.91 | 5,877,618.87 | |
| Medio Ambiente (US\$) | 161,808.44 | 184,758.44 | 215,308.44 | 189,608.44 | 215,008.44 | 186,308.44 | 202,308.44 | 201,158.44 | 200,908.44 | 176,808.44 | 182,308.44 | 196,258.44 | 2,312,551.26 | |
| Gerencia y Staff (US\$) | 270,925.02 | 233,226.02 | 291,226.02 | 216,726.02 | 211,326.02 | 233,476.02 | 230,726.02 | 276,886.02 | 206,726.02 | 227,476.02 | 209,726.02 | 208,226.02 | 2,816,671.28 | |
| Servicios Técnicos (US\$) | 192,326.20 | 188,999.21 | 188,999.21 | 188,999.21 | 190,626.20 | 192,476.20 | 189,537.71 | 188,999.21 | 192,826.20 | 190,576.20 | 188,999.21 | 190,287.71 | 2,283,652.51 | |
| Seguridad (US\$) | 146,367.37 | 146,367.37 | 146,367.37 | 150,367.37 | 146,367.37 | 146,367.37 | 146,367.37 | 150,367.37 | 146,367.37 | 146,367.37 | 146,367.37 | 146,367.37 | 1,764,408.42 | |
| Relaciones Comunitarias (US\$) | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 31,386.91 | 376,642.94 | |
| DHO (US\$) | 587,953.70 | 609,453.70 | 588,953.70 | 587,953.70 | 634,453.70 | 601,953.70 | 640,453.70 | 586,453.70 | 642,342.70 | 592,953.70 | 586,453.70 | 756,453.70 | 7,415,833.37 | |
| Infraestructura (US\$) | 54,553.50 | 54,553.50 | 84,553.50 | 74,553.50 | 69,553.50 | 154,553.50 | 154,553.50 | 87,553.50 | 74,553.50 | 94,553.50 | 54,553.50 | 54,553.50 | 1,012,642.00 | |
| Total (US\$) | 19,358,735.53 | 19,327,616.99 | 19,480,589.27 | 19,540,571.55 | 19,497,081.63 | 19,679,231.34 | 18,981,305.50 | 19,424,255.56 | 19,471,470.50 | 19,239,096.08 | 19,380,969.17 | 18,720,778.71 | ##### | |
| Total (US\$/TM) | 31.79 | 32.87 | 31.99 | 31.02 | 32.01 | 31.24 | 30.64 | 30.83 | 30.91 | 31.59 | 30.76 | 30.74 | 31.35 | |

Fuente: área de planeamiento



Figura 11. Costo de operación unitaria

Fuente: área de planeamiento

El costo de mina considera un total de US \$ 60,774,838, considerando un costo unitario de 8.2 US \$/ton.

Tabla 7. Costo de mina de la unidad minera

| Mina Producción | Naturaleza | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | TOTAL |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Total US\$ | | 5,043,779 | 5,025,173 | 5,033,011 | 5,100,201 | 5,033,011 | 5,100,201 | 5,075,240 | 5,076,449 | 5,105,171 | 5,043,486 | 5,101,151 | 5,037,964 | 60,774,838 |
| Total US\$/TM | | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.1 | 8.3 | 8.1 | 8.2 | 8.0 | 8.1 | 8.2 | 8.1 | 8.2 | 8.2 |

Fuente: área de planeamiento

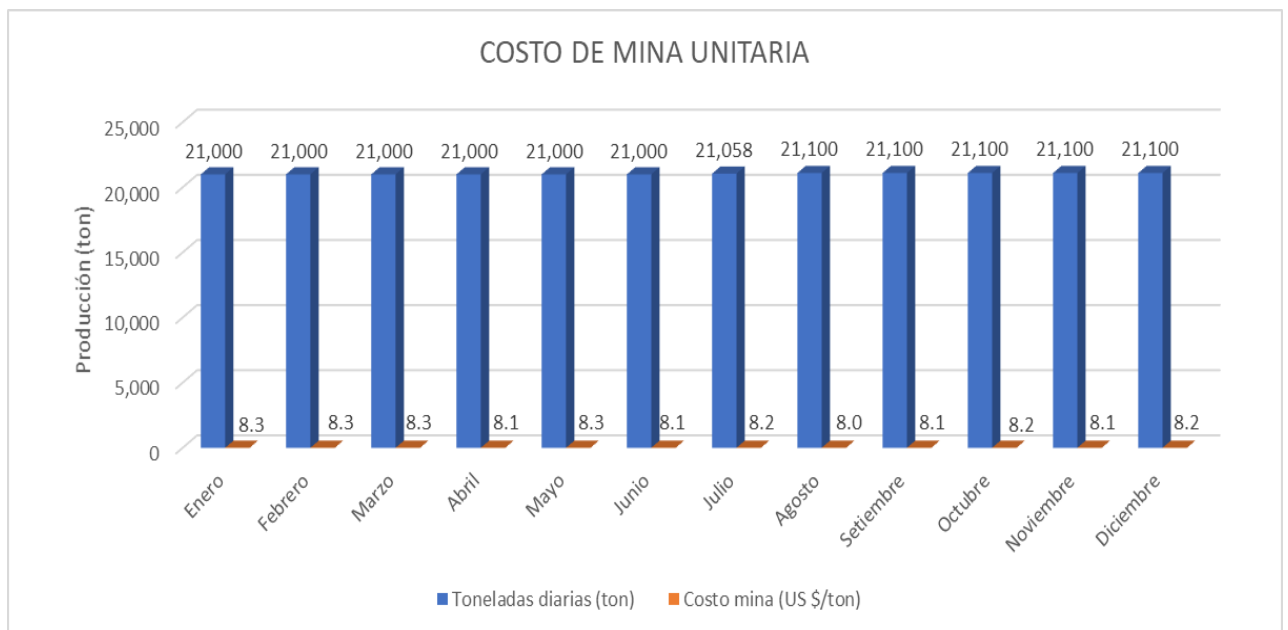


Figura 11. Costo de mina.
Fuente: área de planeamiento

El costo de labores de desarrollo considera un total de US \$ 54,780,725 y un costo unitario de 7.4 US \$/ton.

Tabla 8. Costo de desarrollo de la unidad minera

| Mina Desarrollos | Naturaleza | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | TOTAL |
|------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Total US\$ | | 4,359,047 | 4,339,716 | 4,569,738 | 4,561,719 | 4,570,304 | 4,582,452 | 4,581,731 | 4,559,972 | 4,577,199 | 4,545,040 | 4,383,033 | 4,550,774 | 54,780,725 |
| Total US\$/TM | | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.2 | 7.5 | 7.3 | 7.4 | 7.2 | 7.2 | 7.4 | 7.2 | 7.4 | 7.4 |

Fuente: área de planeamiento

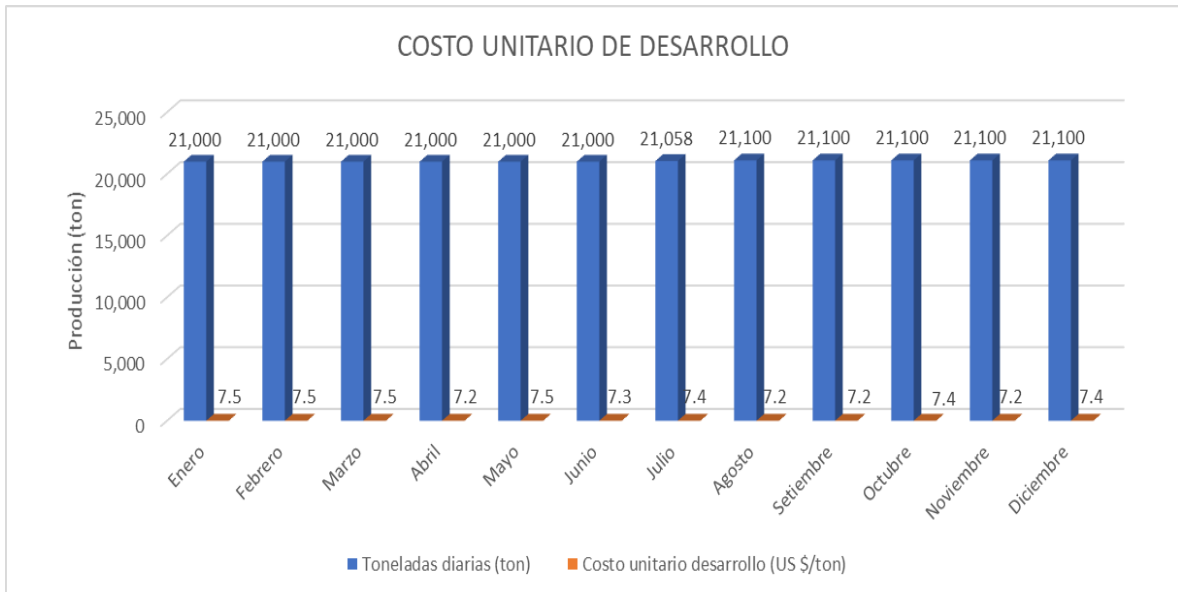


Figura 12. Costo de desarrollo.
Fuente: área de planeamiento

2.6.2 Consideraciones de perforación y voladura en labores de desarrollo

El cumplimiento del programa de avance en labores de desarrollo está a cargo de empresas especializadas, los que consideran equipos de perforación tipo jumbo de 2 brazos, con 16 pies de longitud de perforación de 2 brazos, diámetros de broca de 45 mm y 102 mm 8taladros alivio), cuentan con 2 equipos marca Epiroc, modelo RB 282 y 6 jumbos de marca Sandvic, modelo DD321.



Figura 13. Jumbos frontoneros, para labores de desarrollo.
Fuente: propia



Figura 15. Granulometría post voladura, rampa Rp 013.
Fuente: propia



Figura 16. Granulometría post voladura, By pass 370.
Fuente: propia

Tabla 9. Precios unitarios en rampa Rp 5 x 4.5 m

| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - RP 5 x 4.5 | | | |
|--|---|----------------------------------|--------------|
| PARTIDA : | EXCAVACIÓN DE RAMPA NEGATIVA | RENDIMIENTO: | 4.26 ml |
| SECCIÓN: | 5.0 x 4.5 | LONGITUD DE BARRA: | 12 PIES |
| GRADIENTE: | -13% | LONGITUD EFECTIVA: | 90% |
| UNIDAD DE MEDIDA : | ML | EFICIENCIA DE VOLADURA: | 90% |
| ELABORADO POR: | INCIMMET S.A. | N° TALADROS PERFORADOS: | 45 |
| UNIDAD DE PRODUCCIÓN : | M3 | N° TALADROS DISPARADOS: | 40 |
| TIPO DE MATERIAL : | DESMONTE | VOLUMEN ROTO: | 142.41 |
| DUREZA DE MATERIAL : | MEDIA | TONELAJE ROTO: | 384.52 |
| INCLUYE: | Perforación, carguío, limpieza y acarreo con scoop hasta 200 metros, no incluye cuneta. | FACTOR DE POTENCIA: | |
| | | VELOCIDAD DE PERFORACIÓN: | 2.72 min/Tal |
| FECHA DE ELABORACION : | | HORAS POR GUARDIA: | 10.15 |
| | | DENSIDAD DE MATERIAL: | 2.70 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANT. | UND. | P.U (US\$) | PARCIAL | S-TOTAL | TOTAL |
|----------------------------------|---|-------|-------|------------|---------|---------|---------------|
| 1 | MANO DE OBRA | | | | | | |
| | Operador Jumbo Frontonero | 6.6 | Hr. | 9.63 | 63.39 | 14.87 | |
| | Ayudante de Jumbo Frontonero | 6.6 | Hr. | 6.55 | 43.15 | 10.12 | |
| | Operador Scoop | 6.6 | Hr. | 8.60 | 56.64 | 13.29 | |
| | Operador Manitou | 6.6 | Hr. | 8.09 | 53.27 | 12.50 | |
| | Maestro Desatador / Cargador/Disparador | 6.6 | Hr. | 6.81 | 44.84 | 10.52 | |
| | Ayudante Desatador/ Cargador/Disparador | 6.6 | Hr. | 6.04 | 39.77 | 9.33 | |
| | Capataz | 3.3 | Hr. | 11.42 | 37.60 | 8.82 | |
| | Electricista de mina | 3.3 | Hr. | 10.14 | 33.38 | 7.83 | |
| | Ingeniero Jefe de Guardia | 3.3 | Hr. | 20.39 | 67.12 | 15.75 | |
| | Inspector de Seguridad | 3.3 | Hr. | 10.14 | 33.38 | 7.83 | |
| | Bombero | 3.3 | Hr. | 5.79 | 19.04 | 4.47 | |
| | Topografo | 3.3 | Hr. | 12.70 | 41.82 | 9.81 | |
| | Ayudante Topografo | 3.3 | Hr. | 10.14 | 33.38 | 7.83 | |
| | | | | | | | 132.98 |
| 2 | MATERIALES | | | | | | |
| | Aceros de Perforación | | | | | | |
| | ACEROS DE PERFORACIÓN | 219.5 | mp | 0.50 | 109.73 | 25.74 | |
| | Servicios | | | | | | |
| | Manguera de 1" (100 mts) | 1.00 | m | 0.47 | 0.47 | 0.11 | |
| | Manguera de 3" (100 mts) | 1.00 | m | 1.18 | 1.18 | 0.28 | |
| | Tacos de arcilla | 80.00 | Und | 0.10 | 8.00 | 1.88 | |
| | Tubería (Voladura Controlada) | 10 | Und | 6.50 | 65.00 | 15.25 | |
| | Eléctricos | | | | | | |
| | Consumibles eléctricos | 1.00 | Glb | 0.71 | 0.71 | 0.17 | |
| | REDUCCION DE 2" A 1" FIERRO NEGRO | 0.10 | Und | 5.39 | 0.54 | 0.13 | |
| | VALVULA DE BOLA 2" CIM | 0.10 | Und | 60.85 | 6.09 | 1.43 | |
| | VALVULA DE BOLA 1" CIM | 0.10 | Und | 28.35 | 2.84 | 0.67 | |
| | Alcayatas 4" x 3/4" Ø | 1.42 | Und | 9.13 | 12.97 | 3.04 | |
| | Alcayatas 0.5" x 1/2" Ø | 1.42 | Und | 2.60 | 3.69 | 0.87 | |
| | Alcayatas 0.75" x 1/2" Ø | 1.42 | Und | 3.10 | 4.40 | 1.03 | |
| | Tubería de polietileno HDPE 2" | 4.26 | m | 7.40 | 31.54 | 7.40 | |
| | Tubería de polietileno HDPE 4" | 4.26 | m | 10.50 | 44.75 | 10.50 | |
| | Manga de ventilación | 4.26 | m | 5.00 | 21.31 | 5.00 | |
| | TEE DE 2" | 0.10 | und | 7.83 | 0.78 | 0.18 | |
| | | | | | | | 73.67 |
| 3 | Herramientas y EPP | | | | | | |
| | Implementos de Seguridad | 62.55 | H.H | 0.45 | 28.21 | 6.62 | |
| | Herramientas | 19.75 | H.H | 0.88 | 17.43 | 4.09 | |
| | Lámparas mineras | 14.00 | Gdia | 0.24 | 3.31 | 3.67 | |
| | | | | | | | 14.38 |
| 4 | EQUIPOS | | | | | | |
| | Jumbo | 2.88 | H.maq | 147.59 | 424.69 | 99.64 | |
| | Scoop 7 YDS | 5.47 | H.maq | 127.73 | 698.33 | 163.84 | |
| | Manitou | 4.00 | H.maq | 46.00 | 184.00 | 43.17 | |
| | Bomba | 7.00 | H.maq | 22.00 | 154.00 | 36.13 | |
| | | | | | | | 342.78 |
| 5 | Desate mecanizado | 1 | | 52.85 | | 52.85 | |
| 6 | Ventilador | 1 | | 25.71 | | 25.71 | |
| | | | | | | | 78.57 |
| COSTO DIRECTO | | | | | | | 642.37 |
| PERSONAL SUPERVISIÓN MINA - LIMA | | 10.4% | | | | | 67.11 |
| PERSONAL DE APOYO EN MINA | | 7.0% | | | | | 45.01 |
| GASTOS GENERALES | | 12.1% | | | | | 77.69 |
| UTILIDAD | | 10% | | | | | 64.24 |
| COSTO TOTAL | | | | | | | 896.42 |

Fuente: empresa de servicios, INCIMET

Tabla 10. Precios unitarios en By Pass 5 x 4.5 m

| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - By Pass 5 x 4.5 m | | | |
|---|---|----------------------------------|--------------|
| PARTIDA : | EXCAVACIÓN DE CRUCERO - BY PASS | RENDIMIENTO: | 4.26 ml |
| SECCIÓN: | 5.0 x 4.5 | LONGITUD DE BARRA: | 12 PIES |
| GRADIENTE: | 0.50% | LONGITUD EFECTIVA: | 90% |
| UNIDAD DE MEDIDA : | ML | EFICIENCIA DE VOLADURA: | 90% |
| ELABORADO POR: | INCIMET | N° TALADROS PERFORADOS: | 45 |
| UNIDAD DE PRODUCCION : | M3 | N° TALADROS DISPARADOS: | 40 |
| TIPO DE MATERIAL : | DESMONTE | VOLUMEN ROTO: | 142.41 |
| DUREZA DE MATERIAL : | MEDIA | TONELAJE ROTO: | 384.52 |
| INCLUYE: | Perforación, carguío, limpieza y acarreo con scoop hasta 200 metros, no incluye cuneta. | FACTOR DE POTENCIA: | |
| FECHA DE ELABORACION : | | VELOCIDAD DE PERFORACIÓN: | 2.72 min/Tal |
| | | HORAS POR GUARDIA: | 10.15 |
| | | DENSIDAD DE MATERIAL: | 2.70 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANT. | UND. | P.U (US\$) | PARCIAL | S-TOTAL | TOTAL |
|---|---|-------|----------|------------|---------|---------|---------------|
| 1 | MANO DE OBRA | | | | | | |
| | Operador Jumbo Frontonero | 6.6 | Hr. | 9.63 | 63.39 | 14.87 | |
| | Ayudante de Jumbo Frontonero | 6.6 | Hr. | 6.55 | 43.15 | 10.12 | |
| | Operador Scoop | 6.6 | Hr. | 8.60 | 56.64 | 13.29 | |
| | Operador Manitou | 6.6 | Hr. | 8.09 | 53.27 | 12.50 | |
| | Maestro Desatador / Cargador/Disparador | 6.6 | Hr. | 6.81 | 44.84 | 10.52 | |
| | Ayudante Desatador/ Cargador/Disparador | 6.6 | Hr. | 6.04 | 39.77 | 9.33 | |
| | Capataz | 3.3 | Hr. | 11.42 | 37.60 | 8.82 | |
| | Electricista de mina | 3.3 | Hr. | 10.14 | 33.38 | 7.83 | |
| | Ingeniero Jefe de Guardia | 3.3 | Hr. | 20.39 | 67.12 | 15.75 | |
| | Inspector de Seguridad | 3.3 | Hr. | 10.14 | 33.38 | 7.83 | |
| | Topografo | 3.3 | Hr. | 12.70 | 41.82 | 9.81 | |
| | Ayudante Topografo | 1.6 | Hr. | 10.14 | 16.69 | 3.92 | |
| | | | | | | | 124.60 |
| 2 | MATERIALES | | | | | | |
| | Aceros de Perforación | | | | | | |
| | ACEROS DE PERFORACIÓN | 219.5 | mp | 0.50 | 109.73 | 25.74 | |
| | Servicios | | | | | | |
| | Manguera de 1" (100 mts) | 1.00 | m | 0.47 | 0.47 | 0.11 | |
| | Tacos de arcilla | 80.00 | Und | 0.10 | 8.00 | 1.88 | |
| | Tubería (Voladura Controlada) | 10 | Und | 6.50 | 65.00 | 15.25 | |
| | Eléctricos | | | | | | |
| | Consumibles eléctricos | 1.00 | Glb | 0.71 | 0.71 | 0.17 | |
| | REDUCCION DE 2" A 1" FIERRO NEGRO | 0.10 | Und | 5.39 | 0.54 | 0.13 | |
| | VALVULA DE BOLA 2" CIM | 0.10 | Und | 60.85 | 6.09 | 1.43 | |
| | VALVULA DE BOLA 1" CIM | 0.10 | Und | 28.35 | 2.84 | 0.67 | |
| | Alcayatas 4" x 3/4" Ø | 1.42 | Und | 9.13 | 12.97 | 3.04 | |
| | Alcayatas 0.5" x 1/2" Ø | 1.42 | Und | 2.60 | 3.69 | 0.87 | |
| | Alcayatas 0.75" x 1/2" Ø | 1.42 | Und | 3.10 | 4.40 | 1.03 | |
| | Tubería de polietileno HDPE 2" | 4.26 | m | 7.40 | 31.54 | 7.40 | |
| | Tubería de polietileno HDPE 4" | 4.26 | m | 10.50 | 44.75 | 10.50 | |
| | Manga de ventilación | 4.26 | m | 5.00 | 21.31 | 5.00 | |
| | TEE DE 2" | 0.10 | und | 7.83 | 0.78 | 0.18 | |
| | | | | | | | 73.39 |
| 3 | Herramientas y EPP | | | | | | |
| | Implementos de Seguridad | 52.67 | H.H | 0.45 | 23.75 | 5.57 | |
| | Herramientas | 19.75 | H.H | 0.88 | 17.43 | 4.09 | |
| | Lámparas mineras | 13.00 | Gdia | 0.24 | 3.07 | 0.26 | |
| | | | | | | | 9.92 |
| 4 | EQUIPOS | | | | | | |
| | Jumbo | 2.88 | H.maq | 147.59 | 424.69 | 99.64 | |
| | Manitou | 3.87 | H.maq | 46.00 | 178.02 | 41.77 | |
| | Scoop 7 YDS | 4.45 | H.maq | 127.73 | 568.19 | 133.30 | |
| | | | | | | | 274.71 |
| 5 | Desate mecanizado | 1 | | 52.85 | | 52.85 | |
| 6 | Ventilador | 1 | | 25.71 | | 25.71 | |
| | | | | | | | 78.57 |
| COSTO DIRECTO | | | | | | | 561.18 |
| PERSONAL SUPERVISIÓN MINA - LIMA | | 10.4% | | | | | 58.63 |
| PERSONAL DE APOYO EN MINA | | 7.0% | | | | | 39.32 |
| GASTOS GENERALES | | 12.1% | | | | | 67.87 |
| UTILIDAD | | 10% | | | | | 56.12 |
| COSTO TOTAL | | | US\$ /ML | | | | 783.13 |

Fuente: empresa de servicios, INCIMET

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

El uso del método de investigación aplicada en el desarrollo del presente trabajo es de carácter descriptivo, donde se analizó los indicadores de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos.

a) Método general

El método general utilizado es el inductivo y deductivo, donde analizaremos los indicadores de perforación y voladura mediante observaciones en labores de desarrollo, para analizar los resultados de cumplimiento en los programas de avance en el método de minado con taladros largos.

b) Métodos específicos

Para el desarrollo del trabajo de investigación se consideró el análisis de los indicadores de perforación y voladura en labores de desarrollo considerando así mismo, la relación con sus actividades unitarias en esta etapa de operación, para lo cual se considera el desarrollo de los siguientes ítems:

- ✓ Recopilación de informes. Para el análisis de la información asociada al presente estudio se considera, la revisión de información concerniente a las áreas de: geología, geomecánica, planeamiento y mina.
- ✓ Trabajo de campo. Se realiza la observación los indicadores operacionales de perforación y voladura en las labores de desarrollo (rampa y by pass), considerando el avance efectivo y su influencia en el volumen de materia a mover, asociado al factor de carga y su incidencia en las actividades unitarias asociadas a este proceso unitario.
- ✓ Trabajo de gabinete. En función a la información obtenida en el periodo de estudio se analizará e interpretará los indicadores operacionales de perforación y voladura, para luego ser interpretadas.
- ✓ Resultados. De acuerdo al análisis de la información se valida la hipótesis planteada en el desarrollo del trabajo de investigación.

3.1.2 Alcances de la investigación

El desarrollo del trabajo es aplicado, cuyo objetivo es el cumplimiento de los programas de avance, mediante el análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo.

3.2 Diseño de la investigación

La investigación es descriptivo longitudinal, donde se analiza, interpreta y se relaciona los indicadores operacionales de perforación y voladura, relacionándolas y ver su influencia en el cumplimiento del avance de labores de desarrollo en el método de minado con taladros largos.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Se relaciona a las diferentes labores de la unidad minera, de la empresa especializada INCIMET.

3.3.2 Muestra

Considera los indicadores operacionales de perforación y voladura en la rampa Rp 013 y el By pass 370 del nivel Nv 1880.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El desarrollo del presente trabajo de investigación, considera las siguientes técnicas de e instrumentos en la recolección de datos.

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- ✓ Observación: labores de desarrollo (Rp 013 y By Pass 370, nivel Nv 1880).
- ✓ Fichas de campo: indicadores operacionales de perforación y voladura.
- ✓ Análisis de páginas web.

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- ✓ Plantilla master de perforación y voladura de la Rp 013 y By Pass 370, en el nivel Nv 1880.
- ✓ Plantilla relacionando las actividades de perforación y voladura.
- ✓ Registro de la granulometría de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización del presente trabajo de investigación cuyo objetivo es evaluar el cumplimiento de los programas de avance en labores de desarrollo mediante el análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en la rampa RP 013 y By Pass 370 en el nivel Nv 1880, realizado por la empresa especializada INCIMET.

El análisis de los principales indicadores operacionales de perforación y voladura en las labores de desarrollo de estudio considera los escenarios programados y ejecutados y determinar su variabilidad de resultados, para luego ser analizados y realizar los correctivos necesarios para el cumplimiento del programa de avance.

Los parámetros operacionales relacionados al avance programado en la Rp 013 y By Pass 370 del Nv 1880 considera el análisis del volumen de material a mover, su relación con los kilogramos de explosivos utilizados, considerando el factor de carga asociado, para luego ser comparado con las diferentes actividades operacionales en el proceso unitario de perforación y voladura.

4.1 Consideraciones operacionales en labores de desarrollo

El análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura se desarrolla en la Rp 013 y By Pass 370, durante el periodo de estudio.

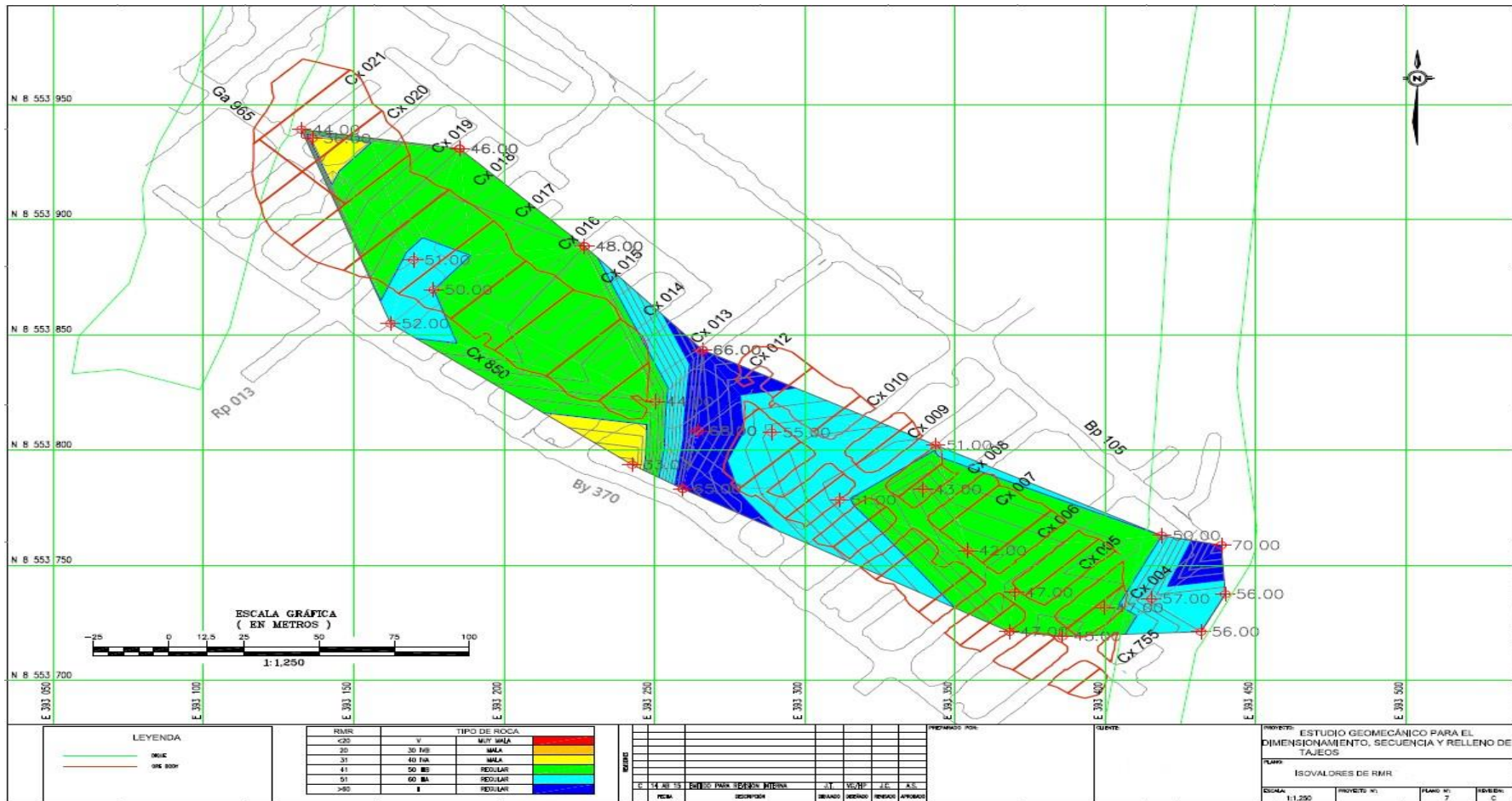


Figura 17. Plano en planta de la Rp 013 y By pass 370, área de estudio.
Fuente: departamento de planeamiento

a) Consideraciones de parámetros de perforación y voladura - Rp 013

Tabla 11. Parámetros de perforación y voladura en Rp 013 de 5 x 4.5 m

| | | | |
|------------------------|---|---------------------------|--------------|
| PARTIDA : | EXCAVACIÓN DE RAMPA NEGATIVA | RENDIMIENTO: | 4.26 ml |
| SECCIÓN: | 5.0 x 4.5 | LONGITUD DE BARRA: | 12 PIES |
| GRADIENTE: | -13% | LONGITUD EFECTIVA: | 90% |
| UNIDAD DE MEDIDA : | ML | EFICIENCIA DE VOLADURA: | 90% |
| ELABORADO POR: | INCIMET | Nº TALADROS PERFORADOS: | 45 |
| UNIDAD DE PRODUCCION : | M3 | Nº TALADROS DISPARADOS: | 40 |
| TIPO DE MATERIAL : | DESMONTE | VOLUMEN ROTO: | 142.41 |
| DUREZA DE MATERIAL : | MEDIA | TONELAJE ROTO: | 384.52 |
| INCLUYE: | Perforación, carguío, limpieza y acarreo con scoop hasta 200 metros, no incluye cuneta. | FACTOR DE POTENCIA: | |
| FECHA DE ELABORACION : | | VELOCIDAD DE PERFORACIÓN: | 2.72 min/Tal |
| | | HORAS POR GUARDIA: | 10.15 |
| | | DENSIDAD DE MATERIAL: | 2.70 |

Fuente: empresa de servicios, INCIMET

Para el análisis del presente estudio considera una rampa negativa de 5.0 x 4.5 m, con gradiente -13%, con una dureza media de material, con un rendimiento de 4.26 ml. Los parámetros de perforación, considera longitudes de perforación de 12 pies, con una longitud efectiva del 90%, eficiencia de voladura del 90%, considera 45 taladros perforados, con 40 taladros cargados. El tonelaje de material a mover por disparo 384.52 toneladas considerando una densidad de 2.7 y una velocidad de perforación de 2.72 min/taladro.

b) Consideraciones de parámetros de perforación y voladura – By Pass 370

Tabla 12. Parámetros de perforación y voladura de By Pass 370 de 5 x 4.5 m

| | | | |
|------------------------|---|---------------------------|--------------|
| PARTIDA : | EXCAVACIÓN DE CRUCERO - BY PASS | RENDIMIENTO: | 4.26 ml |
| SECCIÓN: | 5.0 x 4.5 | LONGITUD DE BARRA: | 12 PIES |
| GRADIENTE: | 0.50% | LONGITUD EFECTIVA: | 90% |
| UNIDAD DE MEDIDA : | ML | EFICIENCIA DE VOLADURA: | 90% |
| ELABORADO POR: | INCIMET | Nº TALADROS PERFORADOS: | 45 |
| UNIDAD DE PRODUCCION : | M3 | Nº TALADROS DISPARADOS: | 40 |
| TIPO DE MATERIAL : | DESMONTE | VOLUMEN ROTO: | 142.41 |
| DUREZA DE MATERIAL : | MEDIA | TONELAJE ROTO: | 384.52 |
| INCLUYE: | Perforación, carguío, limpieza y acarreo con scoop hasta 200 metros, no incluye cuneta. | FACTOR DE POTENCIA: | |
| FECHA DE ELABORACION : | | VELOCIDAD DE PERFORACIÓN: | 2.72 min/Tal |
| | | HORAS POR GUARDIA: | 10.15 |
| | | DENSIDAD DE MATERIAL: | 2.70 |

Fuente: empresa de servicios, INCIMET

La otra labor de desarrollo a analizar considera un By Pass de 5.0 x 4.5 m, con gradiente 0.5%, con una dureza media de material y un rendimiento de

4.26 ml. Los parámetros de perforación, considera longitudes de perforación de 12 pies, con una longitud efectiva del 90%, eficiencia de voladura del 90%, considera 45 taladros perforados, con 40 taladros cargados. El tonelaje de material a mover por disparo 384.52 toneladas considerando una densidad de 2.7 y una velocidad de perforación de 2.72 min/taladro.

4.2 Análisis de los Indicadores Operacionales PyV - Rp 013

El análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en la Rp 013, Nv 1880 se desarrolló durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, siendo los parámetros analizados: el avance , metros perforados, volumen de material, kilogramos de explosivos y factor de carga en los escenarios programado y ejecutado.

a) Análisis indicadores de PyV en Rp 013 – mes de octubre (escenario base)

Tabla 13. Indicadores de perforación y voladura de Rp 013, octubre

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - OCTUBRE | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| RP 013 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | |
| OCTUBRE | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| PROMEDIO | 4.20 | 3.97 | 238.69 | 94.50 | 89.42 | 176.94 | 202.09 | 1.87 | 2.27 |
| DIFERENCIA | 0.23 | | 5.08 | | -25.15 | | -0.40 | | |

Fuente: propia

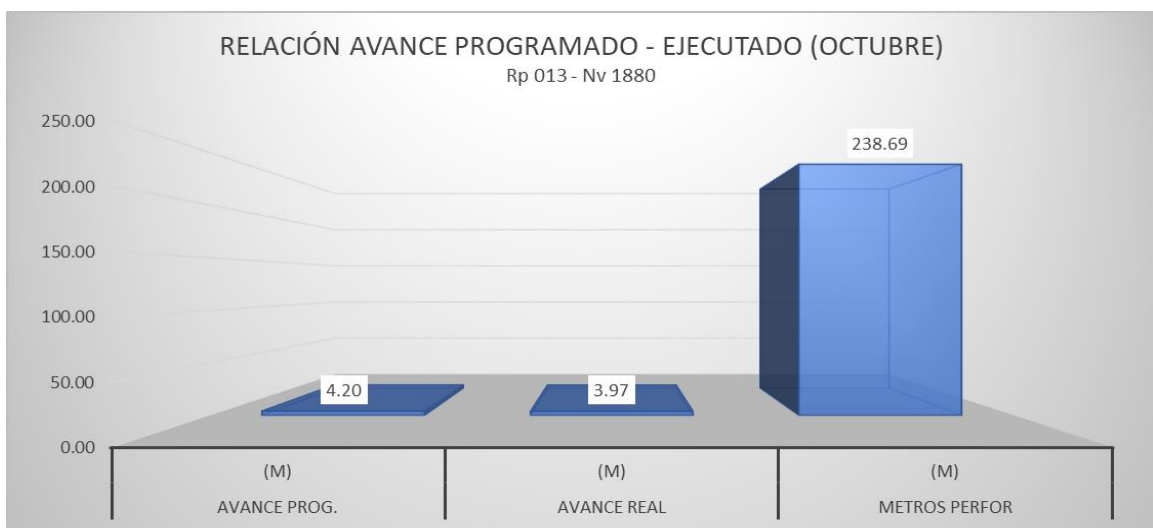


Figura 18. Avance programado y ejecutado, Rp 013 mes de octubre.

Fuente: propia

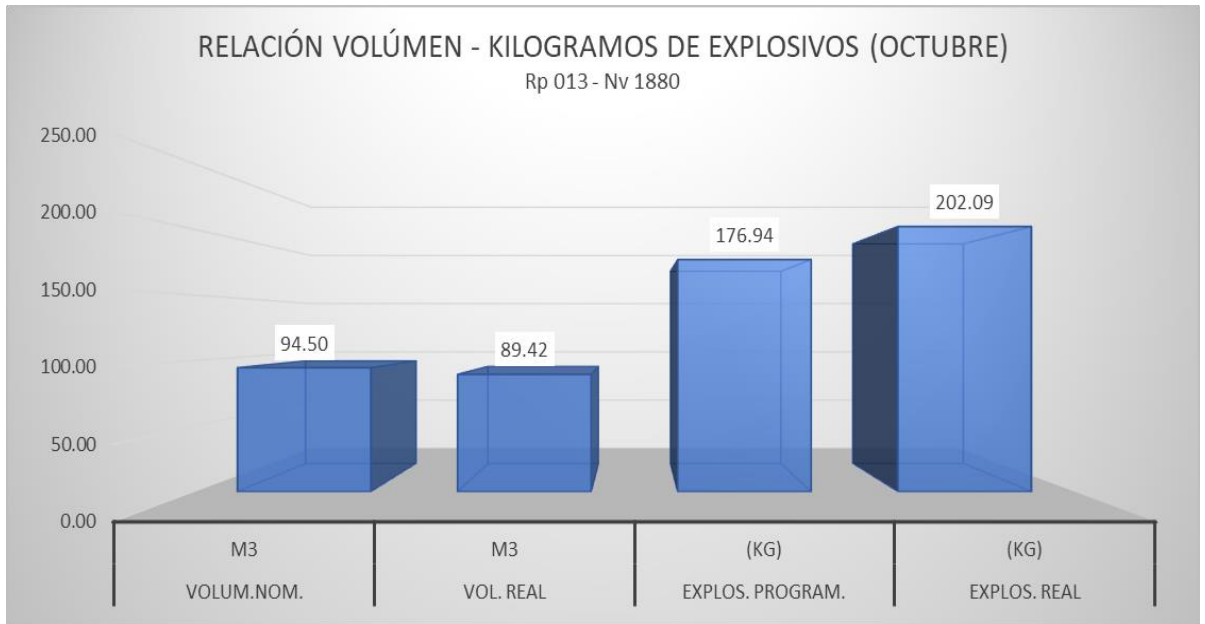


Figura 19. Volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013 mes de octubre.
Fuente: propia

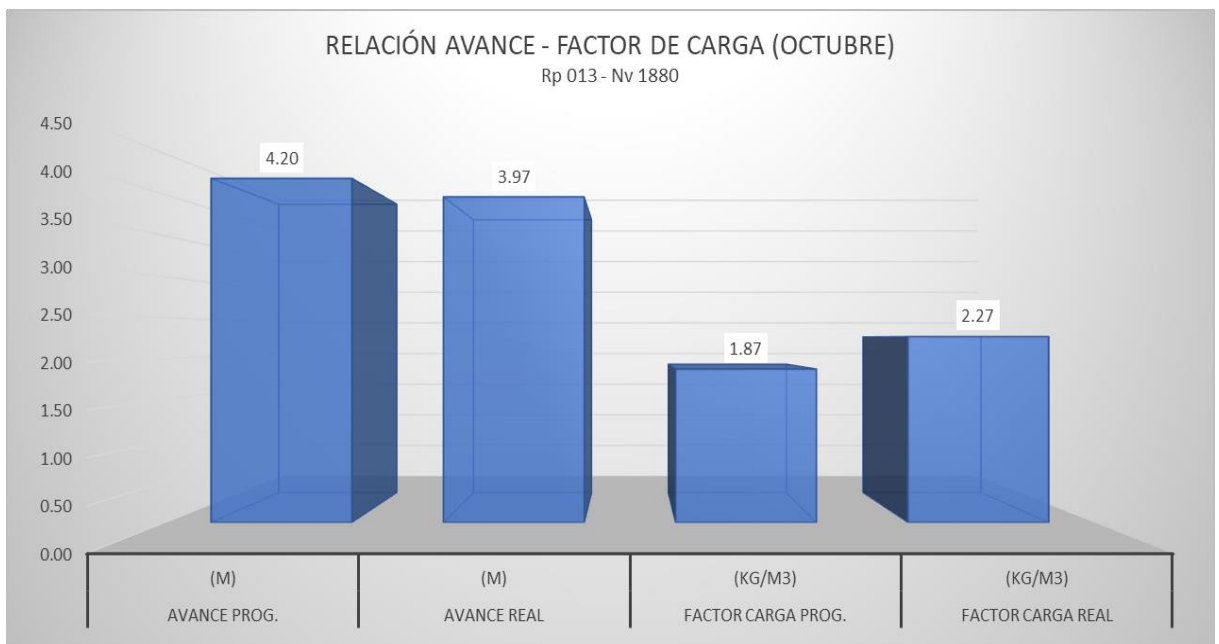


Figura 20. Relación avance y factor de carga, Rp 013 mes de octubre.
Fuente: propia

Uno de los grandes efectos que genera las diferentes liquidaciones de la empresa de servicios, es el no cumplimiento del programa de avance en labores de desarrollo, por lo que, el presente estudio analiza los diferentes indicadores de perforación y voladura en la Rp 013, Nv 1880.

Para el mes de octubre, el avance programado es de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado es de 3.97 m/disparo, generando un déficit de 0.23 metros. El volumen programado en la Rp 013 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.50 m³ y el real en 89.42 m³, con una diferencia de 5.08 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 176.94 kg/disparo y el consumo real de 202.09 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 25.15 kg/disparo durante el mes de octubre.

El no cumplimiento en el avance de la Rp 013, influye directamente en los diferentes indicadores de PyV, afectando sus costos asociados.

b) Análisis indicadores de PyV en Rp 013 – mes de noviembre (escenario base)

Tabla 14. Indicadores de perforación y voladura de Rp 013, noviembre

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - NOVIEMBRE | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|
| RP 013 - NV 1880 (5.0X 4.5) | | | | | | | | | |
| NOVIEMBRE | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m ³ | Vol. Real m ³ | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m ³) | Factor Carga Real (kg/m ³) |
| PROMEDIO | 4.20 | 4.17 | 222.71 | 94.50 | 93.72 | 200.49 | 203.47 | 2.12 | 2.19 |
| DIFERENCIA | 0.03 | | 0.78 | | -2.98 | | -0.06 | | |

Fuente: propia

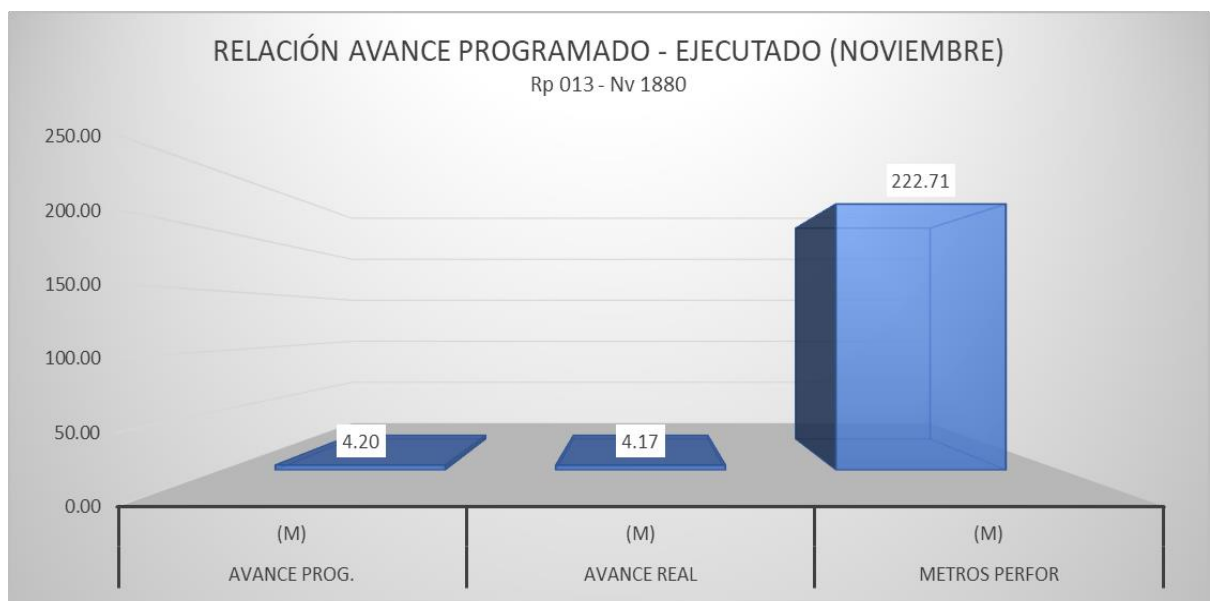


Figura 21. Relación avance programado y ejecutado, Rp 013 mes de noviembre.

Fuente: propia

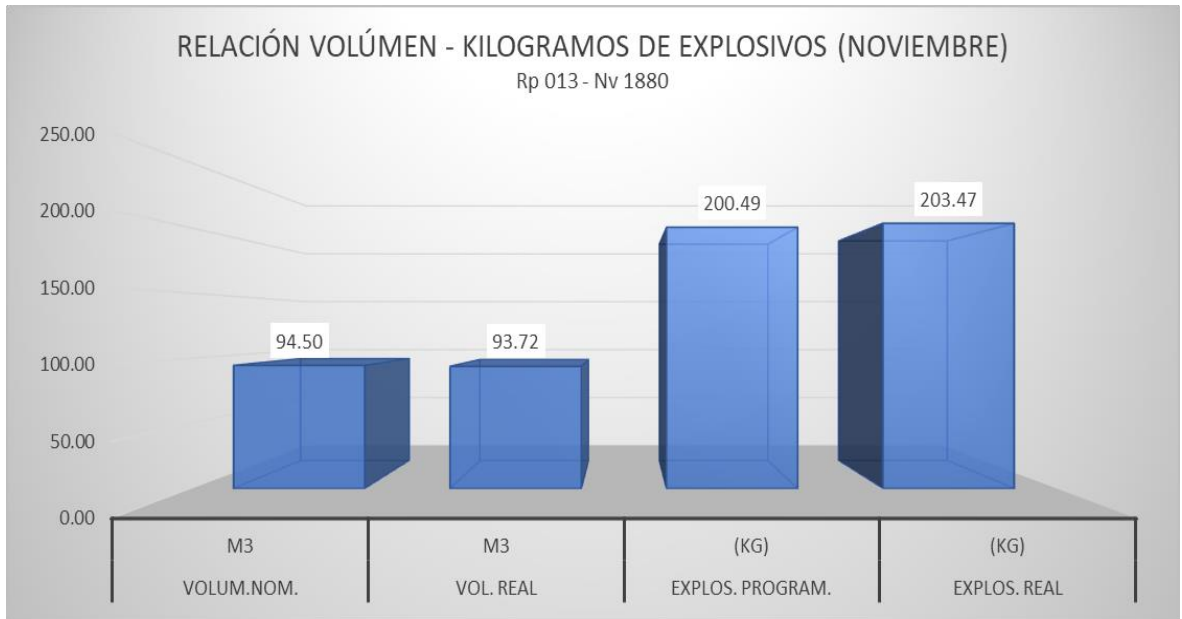


Figura 22. Volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013 mes de noviembre.
Fuente: propia

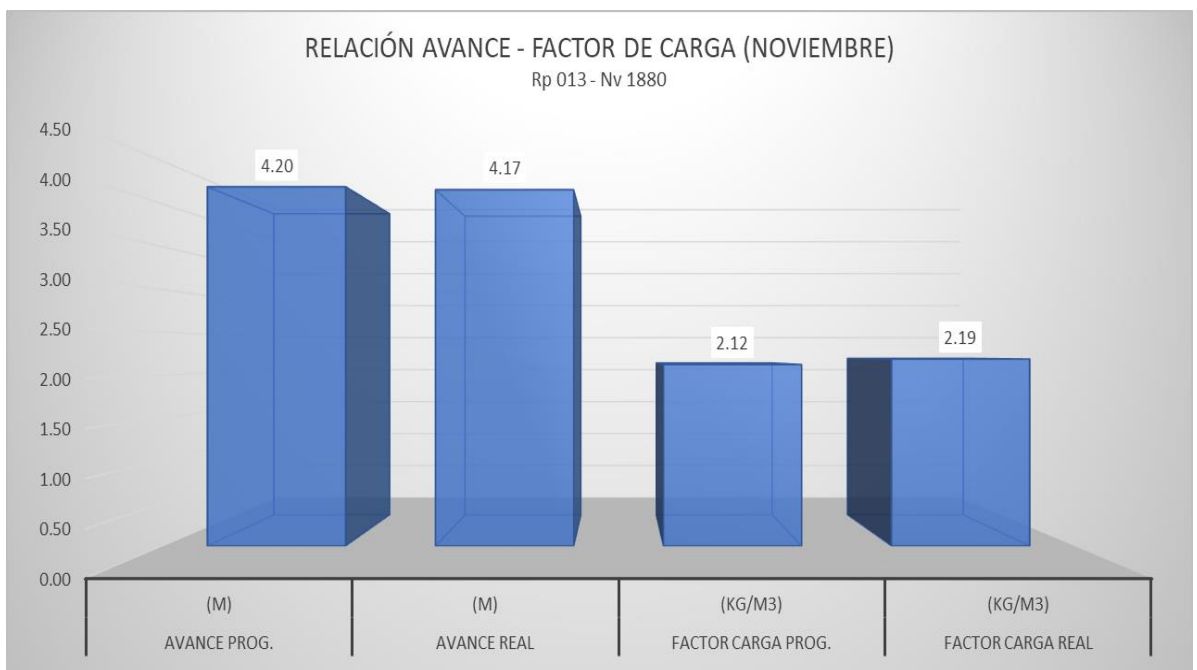


Figura 23. Relación avance y factor de carga, Rp 013 mes de noviembre.
Fuente: propia

Durante el mes de noviembre, considerado como escenario base al igual que el mes de octubre, se realizará un análisis de las principales actividades asociadas al proceso de perforación y voladura, para poder encontrar los principales inconvenientes que afectan el avance en la Rp 013, Nv 1880.

Para el mes de noviembre, el avance programado fue de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado fue de 4.17 m/disparo, generando un déficit de 0.03 metros. El volumen programado en la Rp 013 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.50 m³ y el real en 93.72 m³, con una diferencia de 0.78 m³ m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 200.49 kg/disparo y el consumo real de 203.47 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 2.98 kg/disparo durante el mes de noviembre.

c) Análisis indicadores de PyV en Rp 013 – mes diciembre (escenario optimizado)

Tabla 15. Indicadores de perforación y voladura de Rp 013, diciembre

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - DICIEMBRE | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|
| RP 013 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | |
| DICIEMBRE | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m ³ | Vol. Real m ³ | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m ³) | Factor Carga Real (kg/m ³) |
| PROMEDIO | 4.20 | 4.14 | 206.61 | 94.03 | 85.62 | 211.09 | 200.12 | 2.25 | 2.40 |
| DIFERENCIA | 0.06 | | 8.41 | | 10.97 | | -0.15 | | |

Fuente: propia

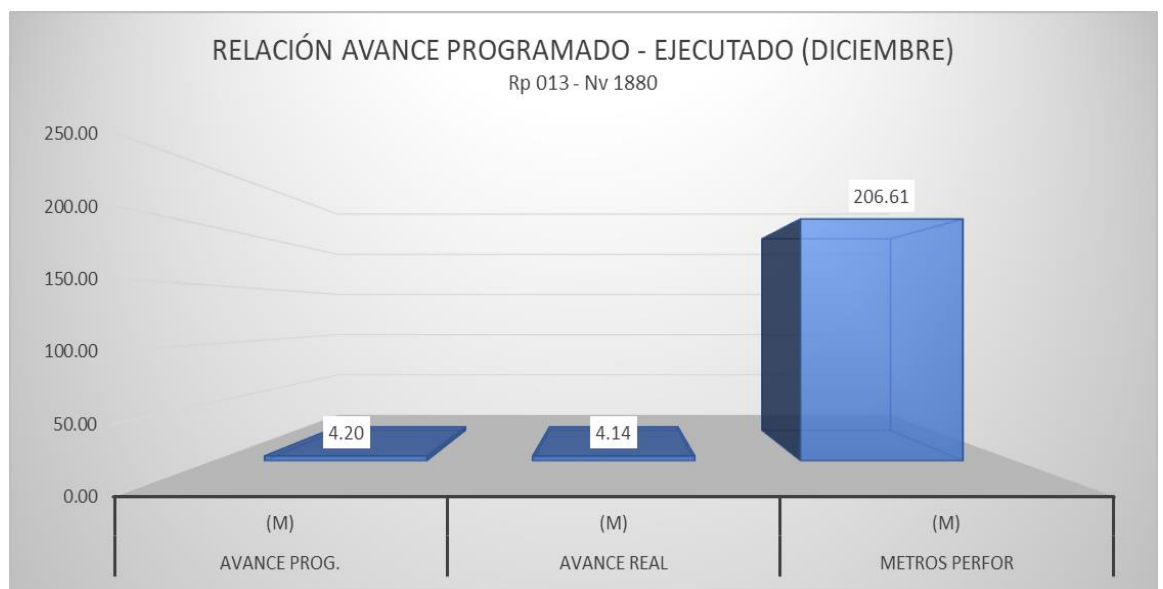


Figura 24. Relación avance programado y ejecutado, Rp 013 mes de diciembre.

Fuente: propia

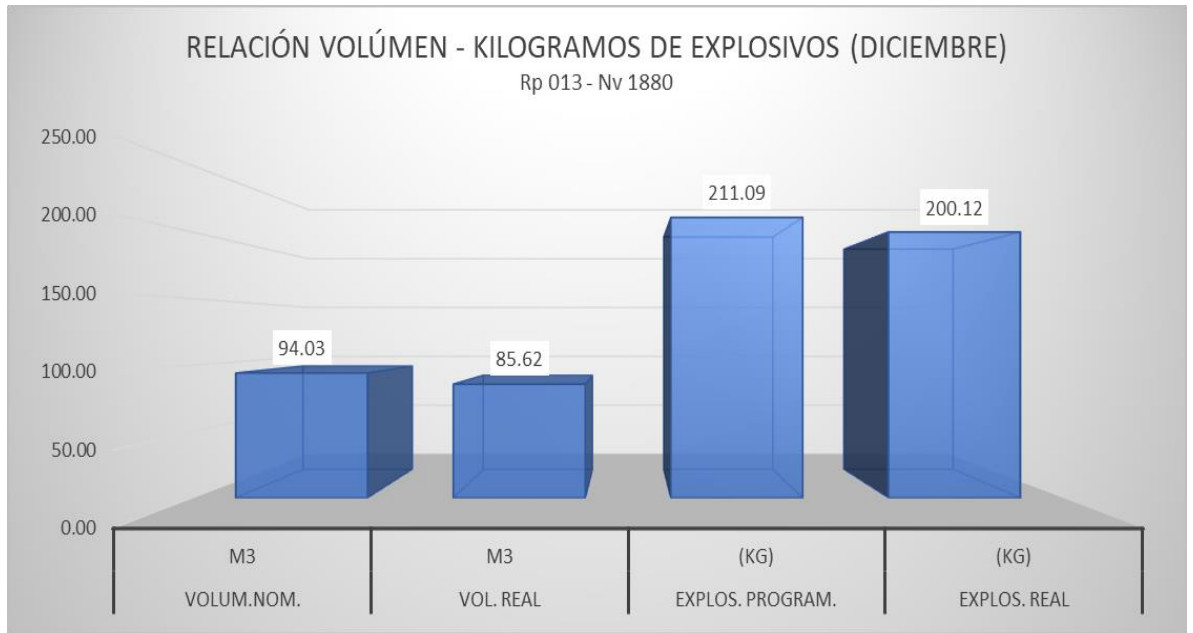


Figura 25. Volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013 mes diciembre.
Fuente: propia

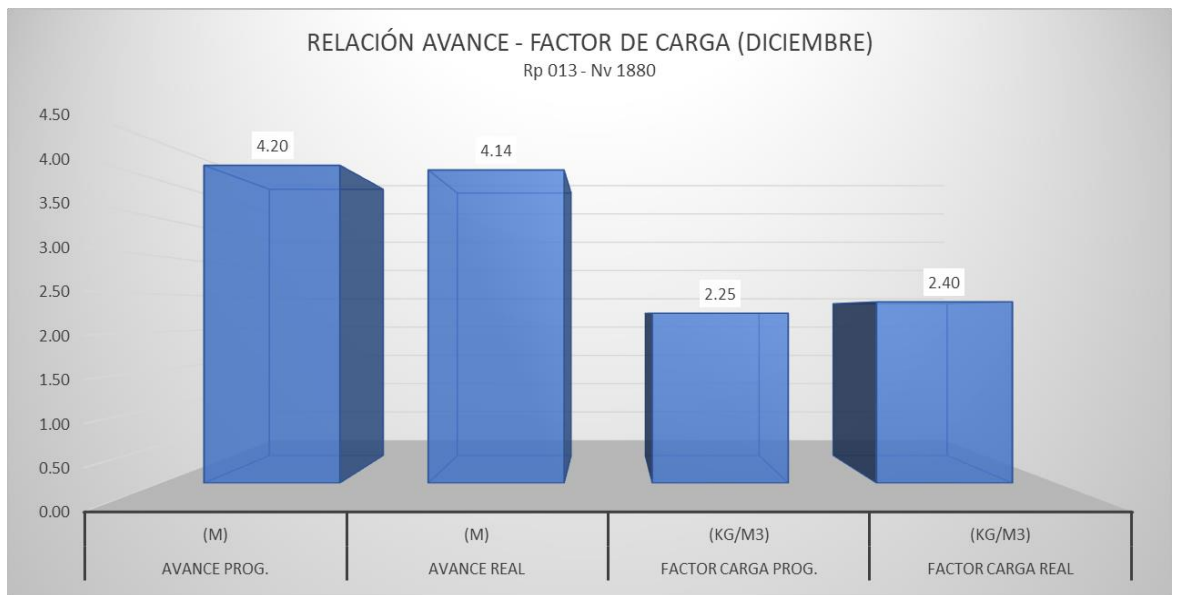


Figura 26. Relación avance y factor de carga, Rp 013 mes de diciembre.
Fuente: propia

De acuerdo al análisis de las principales actividades asociadas al proceso de perforación y voladura, se identificaron las que inciden directamente en el avance efectivo de la rampa Rp 013, mejorando el cumplimiento del avance programado durante el periodo optimizado (diciembre).

Los resultados obtenidos durante el mes de diciembre (escenario optimizado), el avance programado fue de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado fue de 4.14 m/disparo, generando un déficit de 0.06 metros. El volumen programado en la Rp 013 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.50 m³ y el real en 85.62 m³, con una diferencia de 8.41 m³ m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 211.09 kg/disparo y el consumo real de 200.12 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 10.97 kg/disparo durante el mes de diciembre.

d) Resumen de indicadores de PyV en Rp 013

Tabla 16. Resumen de indicadores de perforación y voladura de Rp 013

| RESUMEN PROM. INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - OCTUBRE A DICIEMBRE | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|
| RP 013 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m ³ | Vol. Real m ³ | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m ³) | Factor Carga Real (kg/m ³) |
| OCTUBRE | 4.20 | 3.97 | 238.69 | 94.50 | 89.42 | 176.94 | 202.09 | 1.87 | 2.27 |
| NOVIEMBRE | 4.20 | 4.17 | 222.71 | 94.50 | 93.72 | 200.49 | 203.47 | 2.12 | 2.19 |
| DICIEMBRE | 4.20 | 4.14 | 206.61 | 94.03 | 85.62 | 211.09 | 200.12 | 2.25 | 2.40 |
| PROMEDIO | 4.20 | 4.09 | 222.67 | 94.34 | 89.59 | 196.18 | 201.89 | 2.08 | 2.28 |
| DIFERENCIA | 0.11 | | | 4.76 | | -5.72 | | -0.20 | |

Fuente: propia

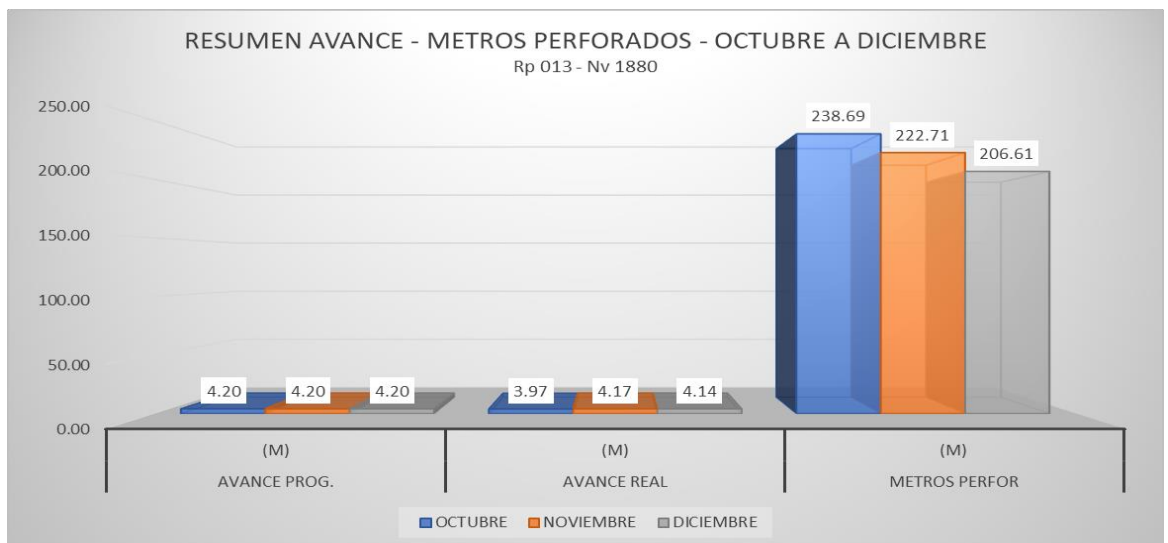


Figura 27. Resumen del avance programado y ejecutado, Rp 013.

Fuente: propia

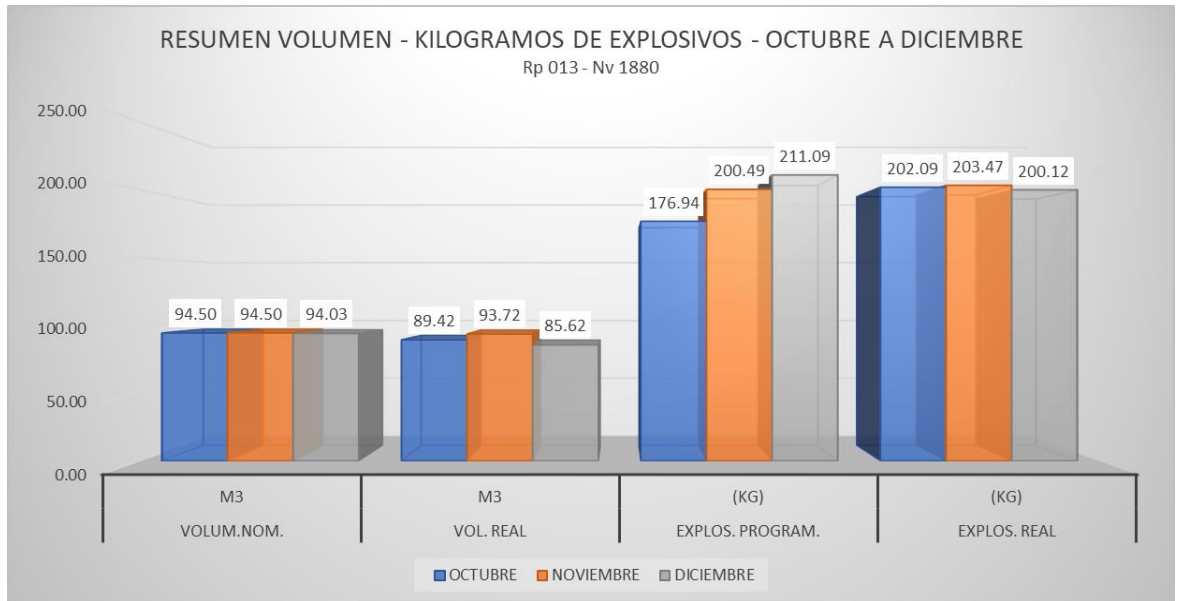


Figura 28. Resumen volumen de material y kilogramos de explosivos, Rp 013.
Fuente: propia

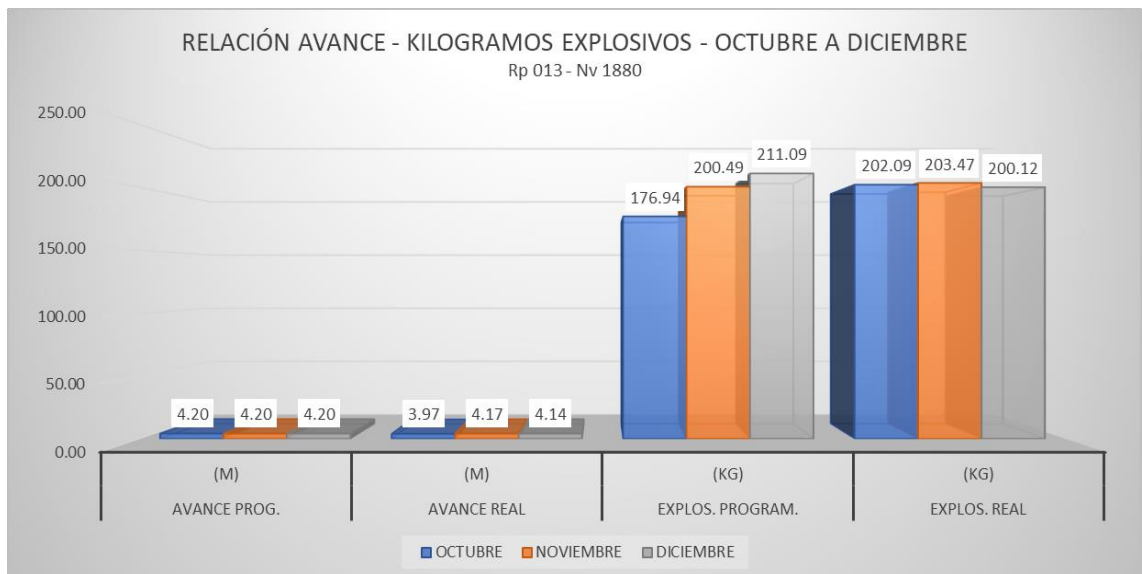


Figura 29. Resumen de relación avance y factor de carga, Rp 013.
Fuente: propia

En base al análisis de las actividades de perforación y voladura se identificaron 4 actividades que influyen directamente en el avance efectivo de la Rp 013, siendo estas: esperando área / labor / orden trabajo, falla mecánica, falta de operador y falta de sostenimiento.

Los resultados mensuales durante el periodo de octubre a diciembre, considera, el avance programado fue de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado fue de 4.09 m/disparo, generando un déficit de 0.11

metros. El volumen programado en la Rp 013 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.34 m³ y el real en 89.59 m³, con una diferencia de 4.76 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 196.18 kg/disparo y el consumo real de 201.89 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 5.72 kg/disparo durante el periodo de estudio.

4.3 Análisis de los Indicadores Operacionales PyV – By Pass 370

El análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en el By Pass 370, Nv 1880 se desarrolló durante los meses de enero (escenario base) y febrero (escenario optimizado), siendo los parámetros analizados: el avance , metros perforados, volumen de material, kilogramos de explosivos y factor de carga en los escenarios programado y ejecutado.

a) Análisis indicadores de PyV en By Pass 370 – mes de enero (escenario base)

Tabla 17. Indicadores de perforación y voladura de By Pass 370, enero

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - ENERO | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|
| BY PASS 370 - NV 1880 (5.0X4.5) | | | | | | | | | |
| ENERO | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m ³ | Vol. Real m ³ | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m ³) | Factor Carga Real (kg/m ³) |
| PROMEDIO | 4.20 | 4.00 | 215.66 | 94.50 | 90.00 | 208.23 | 191.31 | 2.20 | 2.15 |
| DIFERENCIA | 0.20 | | 4.50 | | 16.92 | | 0.05 | | |

Fuente: propia

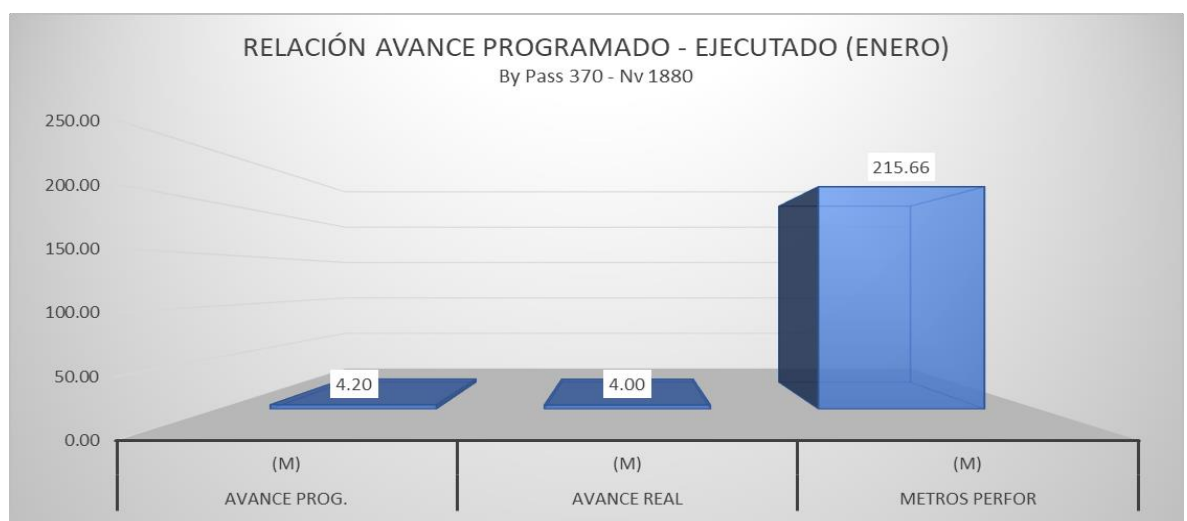


Figura 30. Relación avance programado y ejecutado, By pass 370 mes de enero.

Fuente: propia

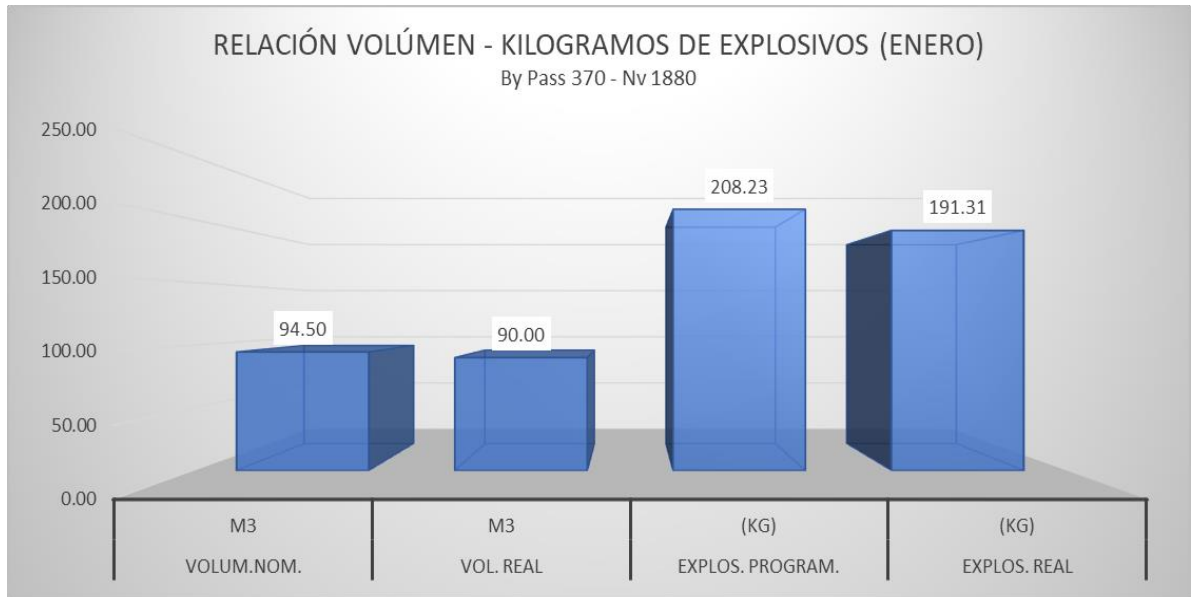


Figura 31. Volumen de material y kilogramos de explosivos, By Pass 370 mes enero.
Fuente: propia

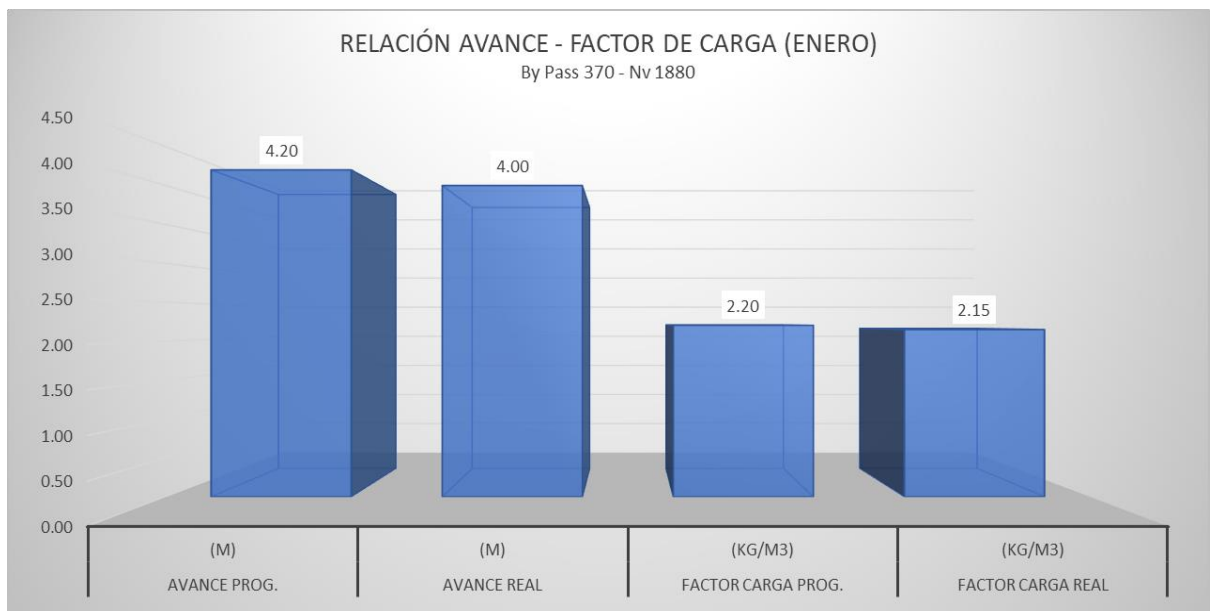


Figura 32. Relación avance y factor de carga, By Pass 370 mes de enero.
Fuente: propia

De acuerdo al análisis de las principales actividades asociadas al proceso de perforación y voladura, se identificaron las que inciden directamente en el avance efectivo en el By Pass 370, mejorando el cumplimiento del avance programado durante el periodo optimizado.

Los resultados obtenidos durante el mes de enero (escenario base), el avance programado fue de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado fue de 4.0 m/disparo, generando un déficit de 0.20 metros. El volumen programado en el By Pass 370 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.50 m³ y el real en 90.0 m³, con una diferencia de 4.50 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 208.23 kg/disparo y el consumo real de 191.31 kg/disparo, generando un menor consumo de explosivo en 16.92 kg/disparo durante el mes de enero.

b) Análisis indicadores de PyV en By Pass 370 – mes febrero (escenario optimizado)

Tabla 18. Indicadores de perforación y voladura de By Pass 370, febrero

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - FEBRERO | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|
| BY PASS 370 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | |
| FEBRERO | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m ³ | Vol. Real m ³ | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m ³) | Factor Carga Real (kg/m ³) |
| PROMEDIO | 4.20 | 4.10 | 209.46 | 94.50 | 87.43 | 211.10 | 198.37 | 2.23 | 2.28 |
| DIFERENCIA | 0.10 | | 7.07 | | 12.72 | | -0.05 | | |

Fuente: propia

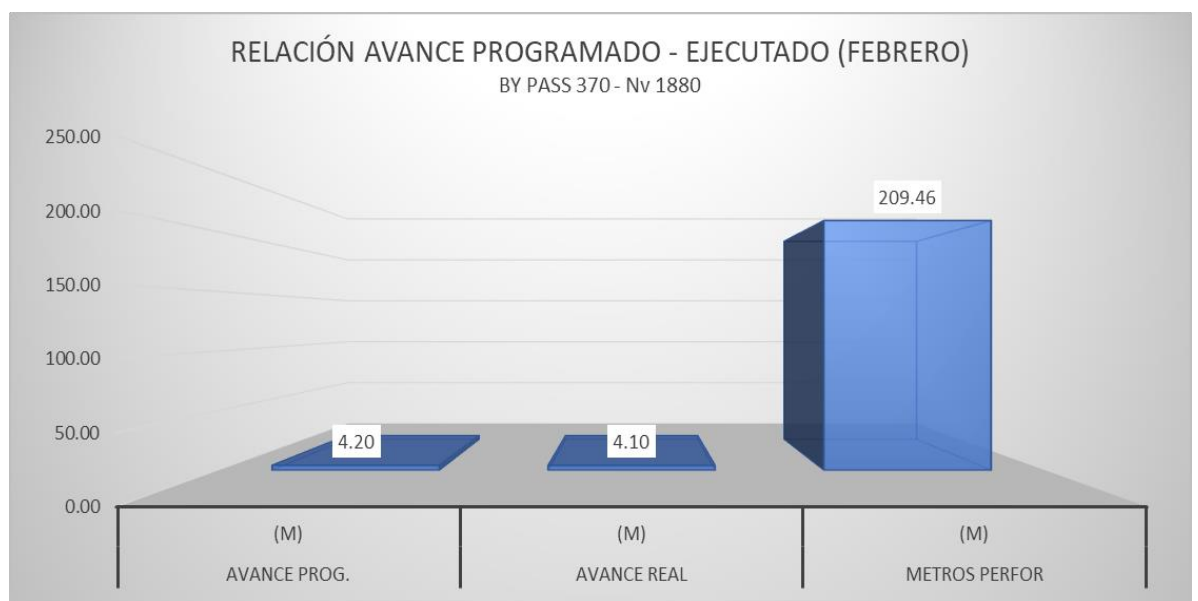


Figura 33. Relación avance programado y ejecutado, By pass 370 mes de febrero.

Fuente: propia

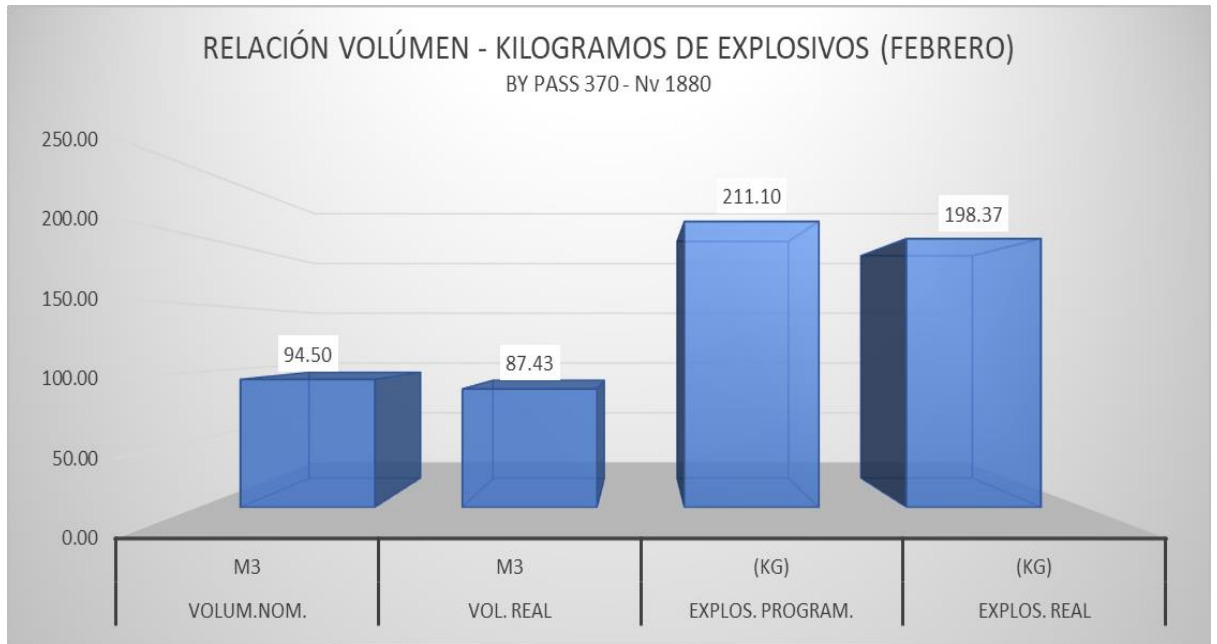


Figura 34. Volumen de material y kilogramos de explosivos, By Pass 370 mes febrero.
Fuente: propia

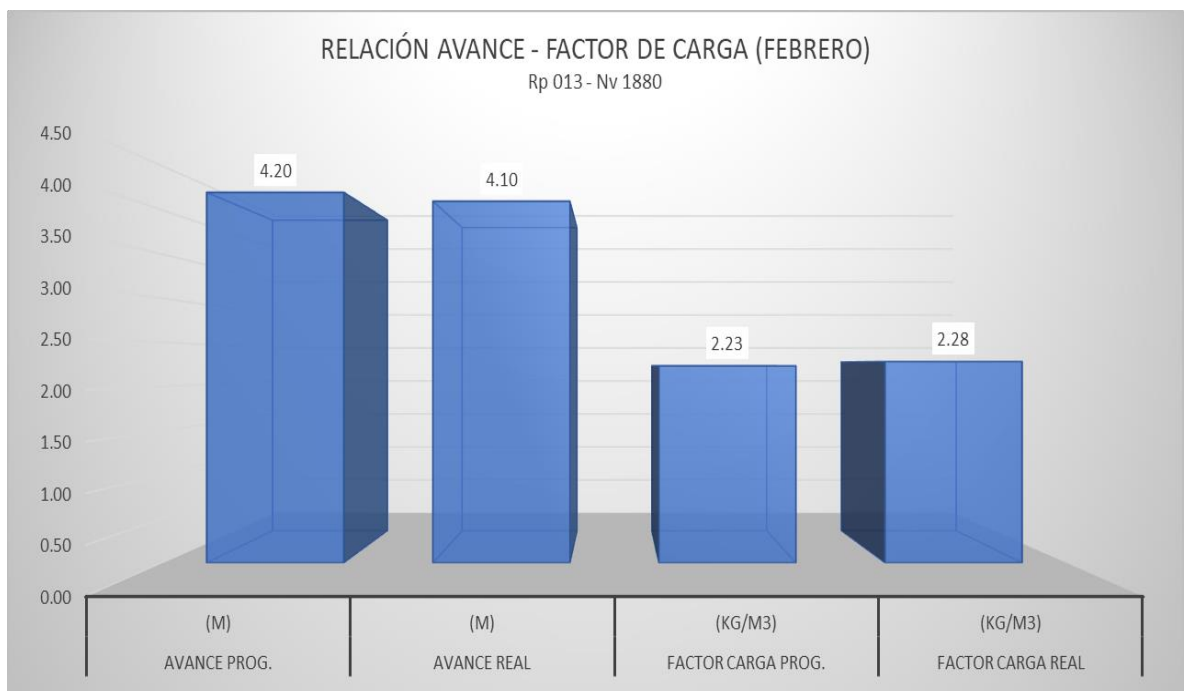


Figura 35. Relación avance y factor de carga, By Pass 370 mes de febrero.
Fuente: propia

De acuerdo al análisis de las principales actividades asociadas al proceso de perforación y voladura, se identificaron las que inciden directamente en el avance efectivo en el By Pass 370, mejorando el cumplimiento del avance programado durante el periodo optimizado (febrero).

Los resultados obtenidos durante el mes de febrero (escenario optimizado), el avance programado fue de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado fue de 4.10 m/disparo, generando un déficit de 0.10 metros. El volumen programado en el By Pass 370 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.50 m³ y el real en 87.43 m³, con una diferencia de 7.07 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 211.1 kg/disparo y el consumo real de 198.37 kg/disparo, generando un menor consumo de explosivo en 12.72 kg/disparo durante el mes de febrero.

c) Resumen de indicadores de PyV en By Pass 370

Tabla 19. Resumen de indicadores de perforación y voladura de By Pass 370

| RESUMEN DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - ENERO A FEBRERO | | | | | | | | | |
|--|------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|---|--|
| BY PASS 370 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m ³ | Vol. Real m ³ | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m ³) | Factor Carga Real (kg/m ³) |
| ENERO | 4.20 | 4.00 | 215.66 | 94.50 | 90.00 | 208.23 | 191.31 | 2.20 | 2.15 |
| FEBRERO | 4.20 | 4.10 | 209.46 | 94.50 | 87.43 | 211.10 | 198.37 | 2.23 | 2.28 |
| PROMEDIO | 4.20 | 4.05 | 212.56 | 94.50 | 88.71 | 209.66 | 194.84 | 2.22 | 2.22 |
| DIFERENCIA | 0.15 | | | 5.79 | | 14.82 | | 0.00 | |

Fuente: propia

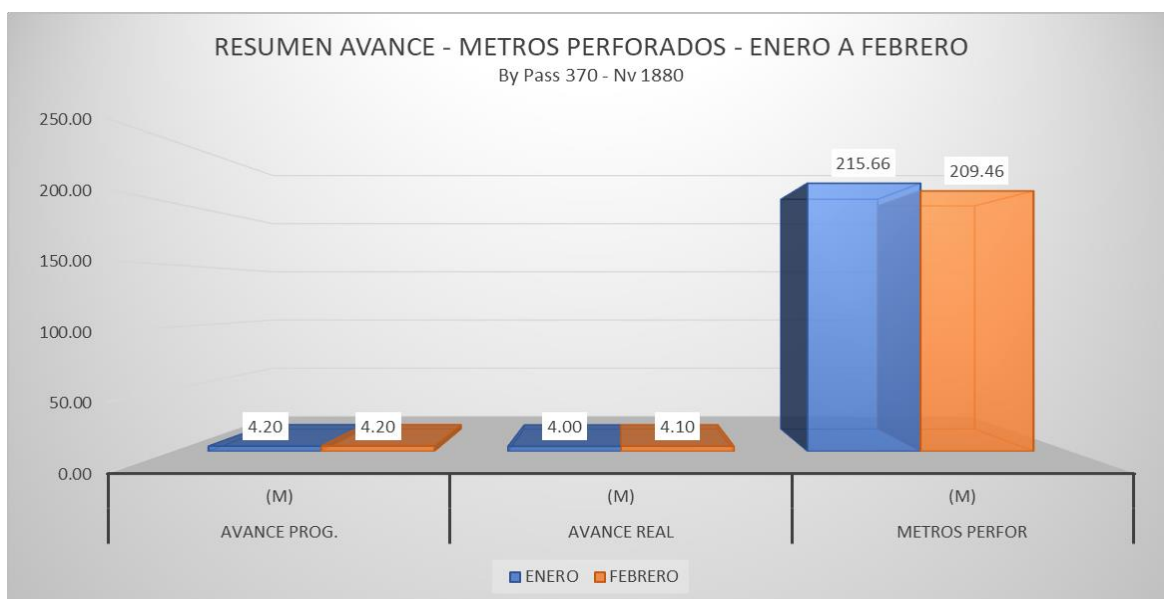


Figura 36. Resumen del avance programado y ejecutado, By Pass 370.

Fuente: propia

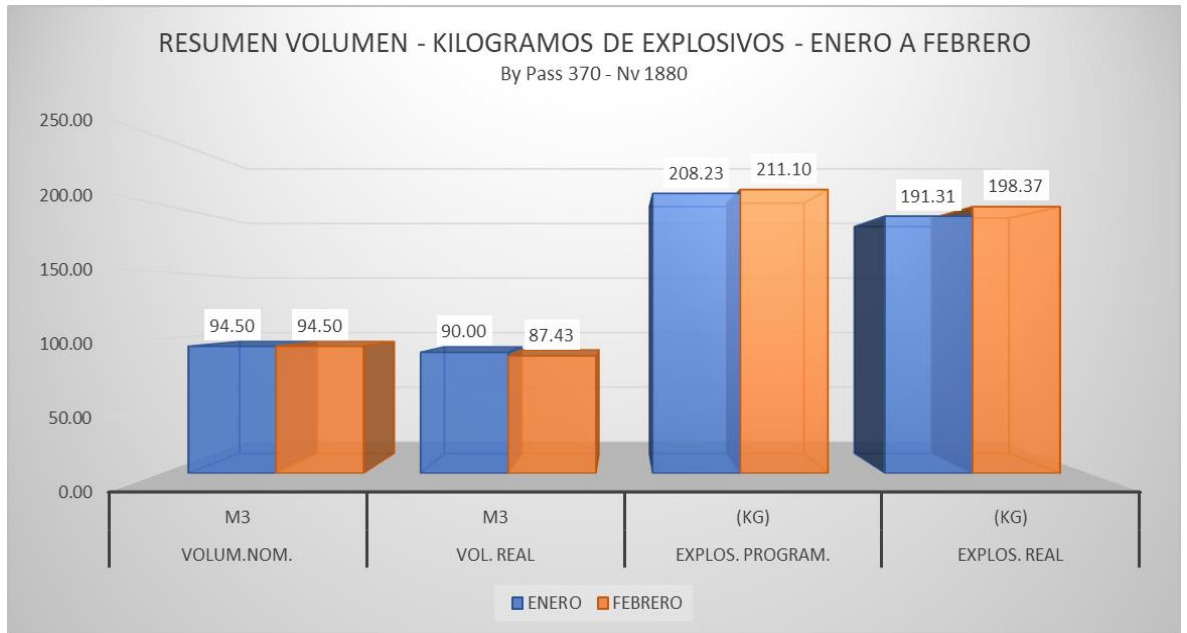


Figura 37. Resumen volumen de material y kilogramos de explosivos, By Pass 370.
Fuente: propia

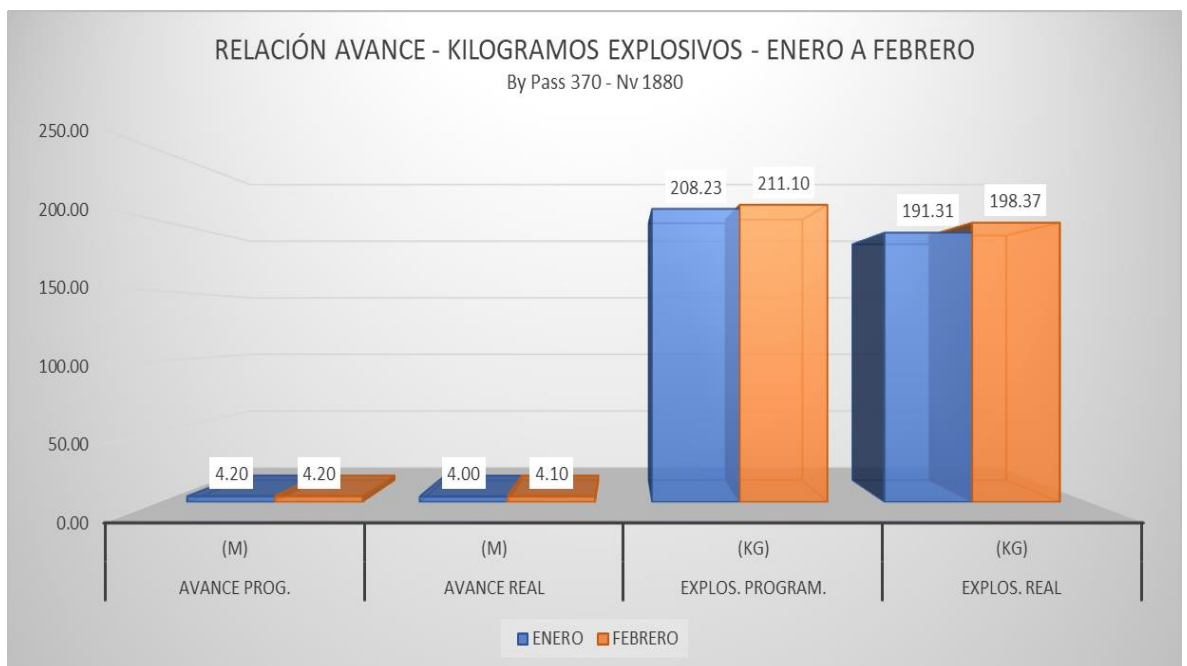


Figura 38. Resumen de relación avance y factor de carga, By Pass 370.
Fuente: propia

En base al análisis de las actividades de perforación y voladura se identificaron 4 actividades que influyen directamente en el avance efectivo de la Rp 013, siendo estas: esperando área / labor / orden trabajo, falla mecánica, falta de operador y falta de sostenimiento.

Los resultados mensuales durante el periodo de enero a febrero, considera, el avance programado fue de 4.20 m/disparo y el promedio del avance ejecutado fue de 4.05 m/disparo, generando un déficit de 0.15 metros. El volumen programado en el By Pass 370 de sección de 5.0 x 4.5 m considera un volumen programado de 94.50 m³ y el real en 88.71 m³, con una diferencia de 5.79 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 209.66 kg/disparo y el consumo real de 194.84 kg/disparo, generando un menor consumo de explosivo en 14.82 kg/disparo durante el periodo de estudio.

4.4 Análisis de las actividades de perforación y voladura (Pareto)

Durante el análisis de los indicadores de perforación y voladura en labores de desarrollo (Rp 013 y By Pass 370) escenario base, se identificó las principales actividades en este proceso unitario, con la finalidad de identificar aquellas que inciden directamente en el cumplimiento de los programas de avance en labores de desarrollo.

Para identificar las principales actividades de perforación y voladura, se utilizó la herramienta de Pareto, el cual puede identificar el 20% de actividades que inciden en el 80% de problemas, para el cumplimiento de los programas de avance durante el periodo de estudio.

Tabla 20. Resumen de indicadores de perforación y voladura de By Pass 370

| IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN | | |
|--|----------|----------------|
| PARETO | | |
| ACTIVIDADES | HORAS | INCIDENCIA (%) |
| Perf. de Frente | 1,655.65 | 12.00% |
| Esperando área / labor / orden de trabajo | 1,493.55 | 10.83% |
| Falla Mecanica | 1,338.18 | 9.70% |
| Falta de Operador (Indicar motivo) | 1,219.25 | 8.84% |
| Falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) | 1,095.20 | 7.94% |
| Salida de personal | 775.53 | 5.62% |
| Traslado de Equipo | 764.65 | 5.54% |
| Mantto Preventivo / Programado | 702.60 | 5.09% |
| Capacitación / DDS | 482.43 | 3.50% |
| Traslado de personal a labor | 478.32 | 3.47% |
| Ingreso de Personal | 391.00 | 2.83% |
| Equipo en Stand By | 358.58 | 2.60% |
| Refrigerio / Almuerzo | 319.75 | 2.32% |

Fuente: propia

Tabla 21. Actividades de perforación, Pareto

| ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN | | | | |
|---|------------------|----------------|-----------|-------------|
| DIAGRAMA DE PARETO | | | | |
| | FRECUENCIA HORAS | % | ACUMULADO | % ACUMULADO |
| Perf. de Frente | 1,655.65 | 12.00% | 1,655.65 | 12.00% |
| Esperando área / labor / orden de trabajo | 1,493.55 | 10.83% | 3149.20 | 22.83% |
| Falla Mecanica | 1,338.18 | 9.70% | 4487.38 | 32.53% |
| Falta de Operador (Indicar motivo) | 1,219.25 | 8.84% | 5706.63 | 41.37% |
| Falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) | 1,095.20 | 7.94% | 6801.83 | 49.30% |
| Salida de personal | 775.53 | 5.62% | 7577.37 | 54.93% |
| Traslado de Equipo | 764.65 | 5.54% | 8342.02 | 60.47% |
| Mantto Preventivo / Programado | 702.60 | 5.09% | 9044.62 | 65.56% |
| Capacitación / DDS | 482.43 | 3.50% | 9527.05 | 69.06% |
| Traslado de personal a labor | 478.32 | 3.47% | 10005.37 | 72.53% |
| Ingreso de Personal | 391.00 | 2.83% | 10396.37 | 75.36% |
| Equipo en Stand By | 358.58 | 2.60% | 10754.95 | 77.96% |
| Refrigerio / Almuerzo | 319.75 | 2.32% | 11074.70 | 80.28% |
| Instalación / Desinstalación del equipo | 314.80 | 2.28% | 11389.50 | 82.56% |
| Operador apoya otros trabajos (Especificar) | 273.72 | 1.98% | 11663.22 | 84.54% |
| Reparto de Guardia | 265.42 | 1.92% | 11928.63 | 86.47% |
| Lavado de Equipo | 224.82 | 1.63% | 12153.45 | 88.10% |
| Chequeo de Máquina | 201.45 | 1.46% | 12354.90 | 89.56% |
| Falta limpieza de carga / raspado / habilitación | 165.15 | 1.20% | 12520.05 | 90.75% |
| Perf. en Relleno / Muro | 135.32 | 0.98% | 12655.37 | 91.73% |
| Mantto Correctivo (Reparacion Mecanica/Electrica) | 134.07 | 0.97% | 12789.43 | 92.71% |
| Perf. Sellada de Frente | 129.47 | 0.94% | 12918.90 | 93.64% |
| Falta de energía eléctrica en la labor / zona | 105.62 | 0.77% | 13024.52 | 94.41% |
| Otras Demoras Operativas | 90.25 | 0.65% | 13114.77 | 95.06% |
| Marcado de malla de perforacion, rasante, dirección | 82.98 | 0.60% | 13197.75 | 95.67% |
| Trabajos topográficos | 67.82 | 0.49% | 13265.57 | 96.16% |
| Herramientas de Gestión | 59.98 | 0.43% | 13325.55 | 96.59% |
| Falta de Agua | 59.37 | 0.43% | 13384.92 | 97.02% |
| Parada por supervisión / Parada de seguridad | 55.03 | 0.40% | 13439.95 | 97.42% |
| Problemas con las llantas / neumáticos | 32.05 | 0.23% | 13472.00 | 97.65% |
| Perf. Poza / Rebaje de piso | 30.12 | 0.22% | 13502.12 | 97.87% |
| Perf. de Desquinche Correctivo | 29.42 | 0.21% | 13531.53 | 98.09% |
| Labor c/empozamiento / bombeo / inundada (indicar) | 26.40 | 0.19% | 13557.93 | 98.28% |
| Traslado a taller o refugio por falta de labor | 25.22 | 0.18% | 13583.15 | 98.46% |
| Falla Eléctrica (Sistema eléctrico) | 24.62 | 0.18% | 13607.77 | 98.64% |
| Perf. de Breasting / Horizontal con cara libre | 22.85 | 0.17% | 13630.62 | 98.80% |
| Otras Demoras No Operativas | 22.00 | 0.16% | 13652.62 | 98.96% |
| Inspección del Equipo / Engrase | 16.28 | 0.12% | 13668.90 | 99.08% |
| Espera instalación de servicios (Agua/Aire/Energía) | 14.57 | 0.11% | 13683.47 | 99.19% |
| Cambio de labor / de orden / Mala orden | 11.30 | 0.08% | 13694.77 | 99.27% |
| Perf. Vertical / Slot (Realce) | 10.63 | 0.08% | 13705.40 | 99.35% |
| Falta orden y limpieza | 10.00 | 0.07% | 13715.40 | 99.42% |
| Tráfico en vía / Pase obstaculizado (indicar) | 8.78 | 0.06% | 13724.18 | 99.48% |
| Perf. de Radio de curvatura | 8.00 | 0.06% | 13732.18 | 99.54% |
| Falta de Insumos / Accesorios (Indicar) | 7.97 | 0.06% | 13740.15 | 99.60% |
| Falta de ventilación | 7.95 | 0.06% | 13748.10 | 99.66% |
| Ajustes / Alineación / Calibración | 6.42 | 0.05% | 13754.52 | 99.70% |
| Falla alimentación de energía / Corto / Fogoneo | 6.30 | 0.05% | 13760.82 | 99.75% |
| Esperando Mecanicos | 6.23 | 0.05% | 13767.05 | 99.79% |
| Aceros (rotura / cambio / recuperación)(Indicar) | 6.10 | 0.04% | 13773.15 | 99.84% |
| Perf. de Refugio / Nicho | 5.92 | 0.04% | 13779.07 | 99.88% |
| Accidente Equipo / Personal | 4.00 | 0.03% | 13783.07 | 99.91% |
| Carguío Manual de Taladros | 2.82 | 0.02% | 13785.88 | 99.93% |
| Percusion / Cuadre / Desate Secundario | 2.50 | 0.02% | 13788.38 | 99.95% |
| Perf. de Desquinche Operativo | 2.00 | 0.01% | 13790.38 | 99.96% |
| Perf. Tal. Auxiliares (sondeo, drenaje, prueba) | 1.58 | 0.01% | 13791.97 | 99.97% |
| Limpieza, lavado de taladros | 1.25 | 0.01% | 13793.22 | 99.98% |
| Perf. Cachorro de Bancos | 1.00 | 0.01% | 13794.22 | 99.99% |
| Falta Desate | 0.42 | 0.00% | 13794.63 | 99.99% |
| Perf. Tal. Servicio (Alcayata Drenaje / Energía) | 0.42 | 0.00% | 13795.05 | 100.00% |
| Abastecimiento de Combustible | 0.33 | 0.00% | 13795.38 | 100.00% |
| Puntera /Tuberia rota / averiada / dañada (Fuga) | 0.25 | 0.00% | 13795.63 | 100.00% |
| TOTAL GENERAL | 13,795.63 | 100.00% | | |

Fuente: propia

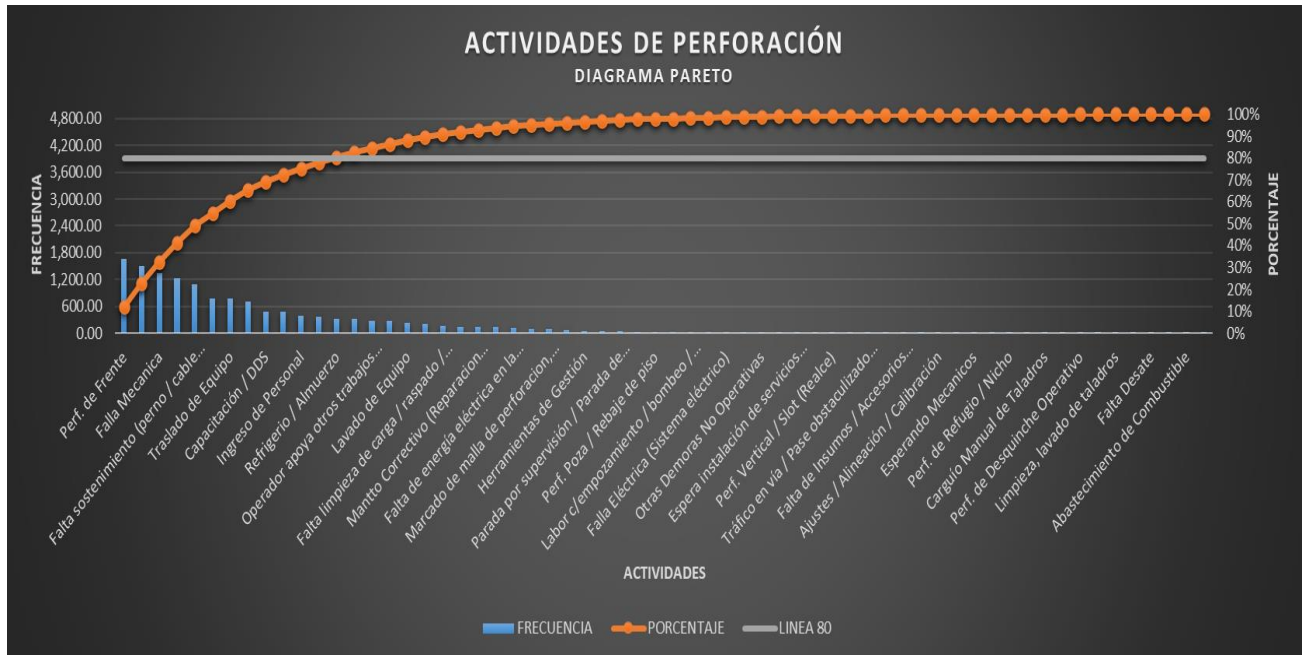


Figura 39. Actividades de perforación, diagrama de Pareto.
Fuente: propia

Las principales actividades que inciden el 20% han sido definidas como: perf. de frente con 1,655.65 hrs, esperando área / labor / orden de trabajo con 1,493.55 hrs, falla mecánica con 1,338.18 hrs, falta de operador con 1,219.25 hrs, falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) con 1,095.20 hrs, salida de personal con 775.53 hrs, traslado de equipo con 764.65 hrs, mantto preventivo / programado con 702.60 hrs, capacitación / DDS con 482.43 hrs, traslado de personal a labor con 478.32 hrs, ingreso de personal con 391 hrs, equipo en stand by con 358.58 hrs, refrigerio / almuerzo con 319.75 hrs.

a) Análisis actividades de perforación y voladura

De acuerdo al estudio y análisis de las variables de perforación y voladura, se identificaron las principales actividades que inciden directamente en el cumplimiento de los programas de avance siendo estas: esperando área / labor / orden de trabajo, falla mecánica, falta de operador y falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla).

Tabla 22. Actividades de perforación, Pareto

| ANÁLISIS DE ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN | | |
|--|----------|----------------|
| CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE AVANCE | | |
| ACTIVIDADES | HORAS | INCIDENCIA (%) |
| Esperando área / labor / orden de trabajo | 1,493.55 | 11% |
| Falla Mecanica | 1,338.18 | 10% |
| Falta de Operador (Indicar motivo) | 1,219.25 | 9% |
| Falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) | 1,095.20 | 8% |
| TOTAL | 5,146.18 | 37% |

Fuente: propia

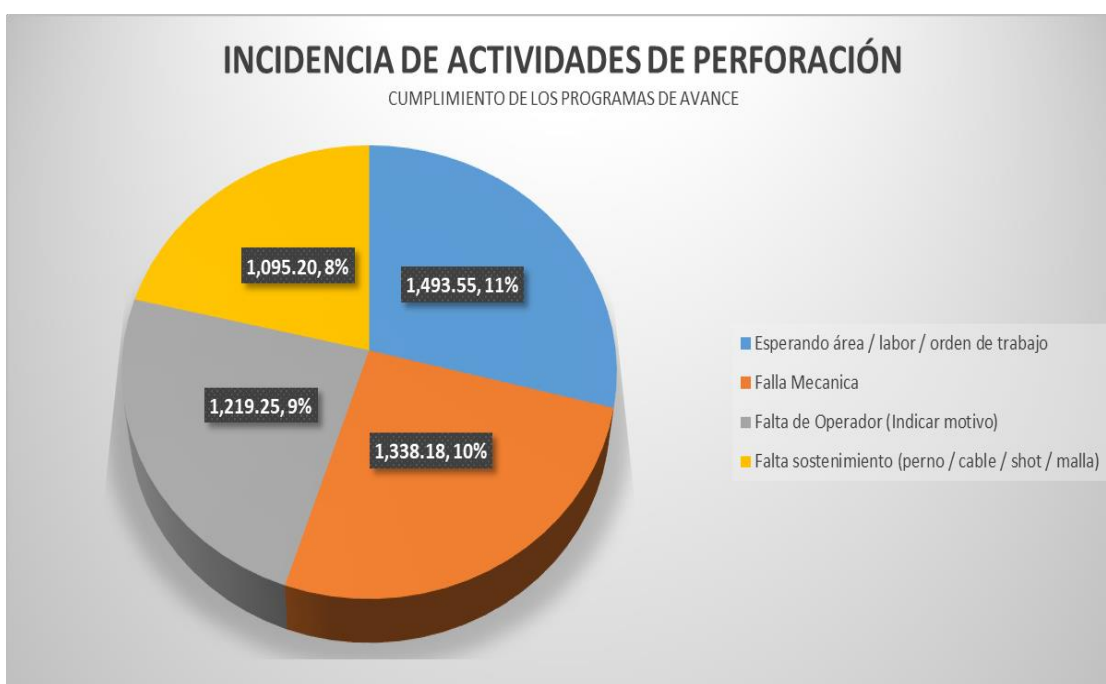


Figura 40. Incidencia de actividades de perforación.

Fuente: propia

De acuerdo a los escenarios propuestos, en la Rp 013 y By Pass 370, durante el escenario optimizado, permitió poder realizar la mejora en el cumplimiento de los programas de avance de acuerdo a las actividades identificadas y su mejor control y monitoreo respectivo.

Las 4 actividades que se identificaron y ayudaron a la mejora del avance en la Rp 013 y By Pass 370 han sido identificadas como: Esperando área / labor / orden de trabajo con incidencia del 11%, falla mecánica con incidencia del 10%, falta de operador con incidencia del 9% y falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) con incidencia del 8%.

4.5 Análisis de Costos asociados a labores de desarrollo

En base a los precios unitarios definidos por la empresa y considerando el avance efectivo de la Rp 013 y el By Pass 370, se consideran sus costos de perforación y voladura en los periodos evaluados, incidiendo en el cumplimiento del programa de avance en taladros largos.

a) Análisis de costos – Rp 013

Tabla 23. Costos de perforación y voladura, Rp 013

| RESUMEN TOTAL DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - OCTUBRE A DICIEMBRE | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-----------------|--------------|---------------------|-------------------|----------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|
| RP 013 - NV 1880 (5.0X4.5) | | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | PU (US \$/m) | COSTO TOTAL (US \$) | Metros Perfor (m) | Costo/ml | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) |
| OCTUBRE | 113.40 | 107.30 | 896.42 | 96,186.29 | 6,444.51 | 14.93 | 2,551.50 | 2,414.25 | 4,777.36 | 5,456.33 |
| NOVIEMBRE | 121.80 | 120.80 | 896.42 | 108,288.02 | 6,458.62 | 16.77 | 2,740.50 | 2,718.00 | 5,814.33 | 5,900.67 |
| DICIEMBRE | 79.80 | 78.66 | 896.42 | 70,512.71 | 3,925.52 | 17.96 | 1,786.50 | 1,626.75 | 4,010.79 | 3,802.32 |

Fuente: propia

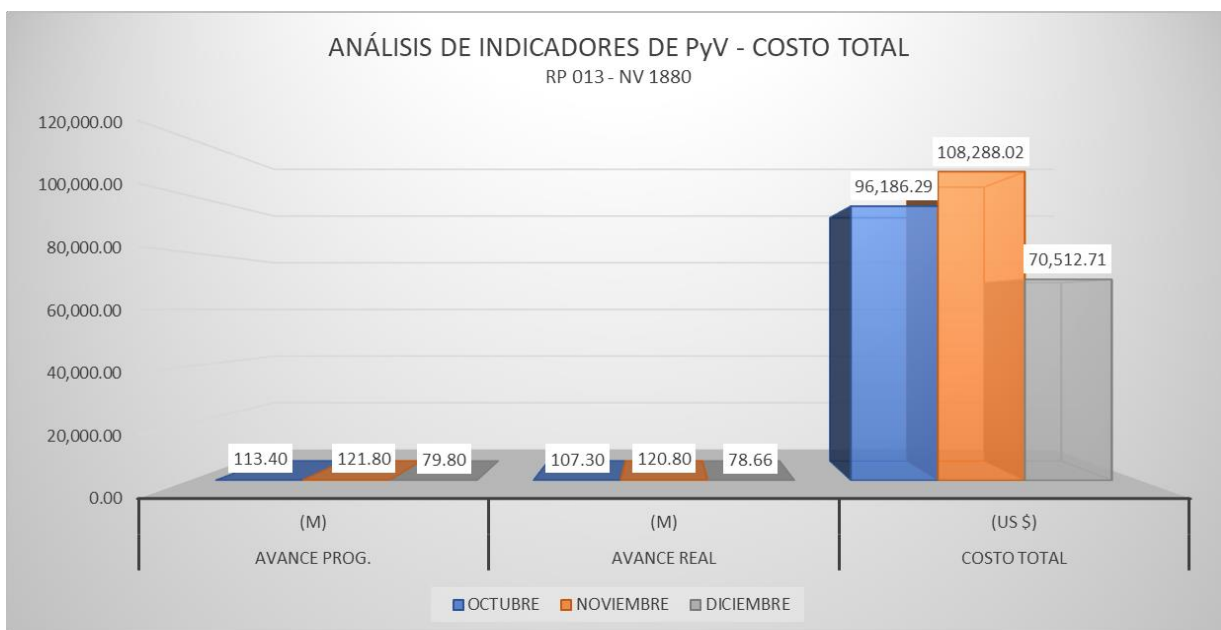


Figura 41. Indicadores de perforación y voladura – costos, Rp 013.

Fuente: propia

El costo asociado durante el periodo de estudio (octubre, noviembre y diciembre) en la Rp 013, considera costos de US \$ 96,186.29, US \$108,288.02 US \$ 70,512.71 respectivamente.

El costo por metro lineal realizado durante los periodos de octubre, noviembre y diciembre son de 14.93 US\$/m, 16.77 US\$/m y 17.96 US \$/m. Estos resultados generados con los metros perforados reales, se incrementarán de acuerdo al no cumplimiento del programa de avance.

b) Análisis de costos – By Pass 370

Tabla 24. Costos de perforación y voladura, By Pass 370

| RESUMEN DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - ENERO A FEBRERO | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| BY PASS 370 - NV 1880 (5,0 X 4,5) | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | PU (US \$/m) | COSTO TOTAL (US \$) | Metros Perfor (m) | Costo x m (US \$/m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| ENERO | 126.00 | 120.00 | 783.13 | 93,975.07 | 6,469.93 | 14.52 | 2,835.00 | 2,700.00 | 6,246.78 | 5,739.22 | 66.10 | 64.48 |
| FEBRERO | 88.20 | 81.60 | 783.13 | 63,903.05 | 4,398.57 | 14.53 | 1,984.50 | 1,836.00 | 4,433.02 | 4,165.82 | 46.91 | 47.94 |

Fuente: propia

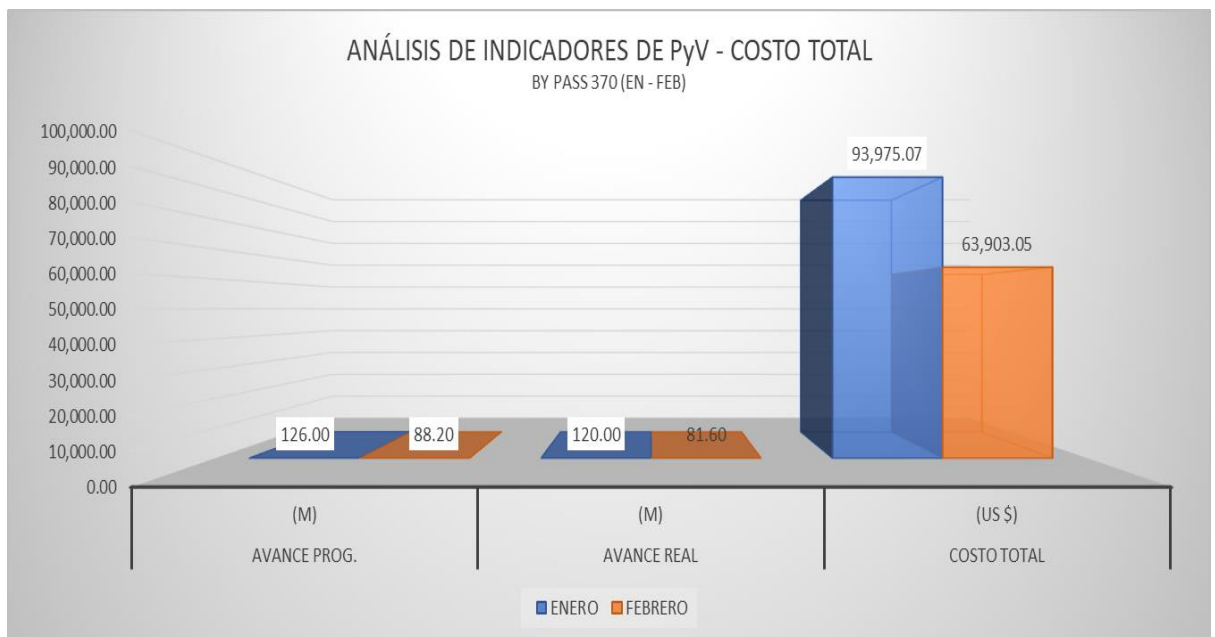


Figura 42. Indicadores de perforación y voladura – costos, By Pass 370.

Fuente: propia

El costo asociado durante el periodo de estudio (enero y febrero) en el By Pass 370, considera costos de US \$ 93,975.07 y de US \$ 63,903.05 respectivamente.

El costo por metro lineal realizado durante los periodos de enero y febrero en el By Pass 370 son de 14.52 US \$/m y de 14.53 US \$/m, respectivamente. Estos resultados generados con los metros perforados reales, se incrementarán de acuerdo al no cumplimiento del programa de avance.

c) Resumen de costos – Labores de desarrollo

Tabla 25. Resumen de costos de indicadores de perforación y voladura

| RESUMEN DE COSTOS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| RP 013 - BY PASS 370 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | PU (US \$/m) | COSTO TOTAL (US \$) | Metros Perfor (m) | Costo x m (US \$/m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| RP 013 | 105.00 | 102.25 | 896.42 | 91,662.34 | 5,609.55 | 16.55 | 2,835.00 | 2,700.00 | 6,246.78 | 5,739.22 | 66.10 | 64.48 |
| BY PASS 370 | 107.10 | 100.80 | 783.13 | 78,939.06 | 5,434.25 | 14.53 | 1,984.50 | 1,836.00 | 4,433.02 | 4,165.82 | 46.91 | 47.94 |
| DIFERENCIA | 2.10 | -1.45 | -113.30 | -12,723.28 | -175.30 | -2.02 | | | | | | |

Fuente: propia

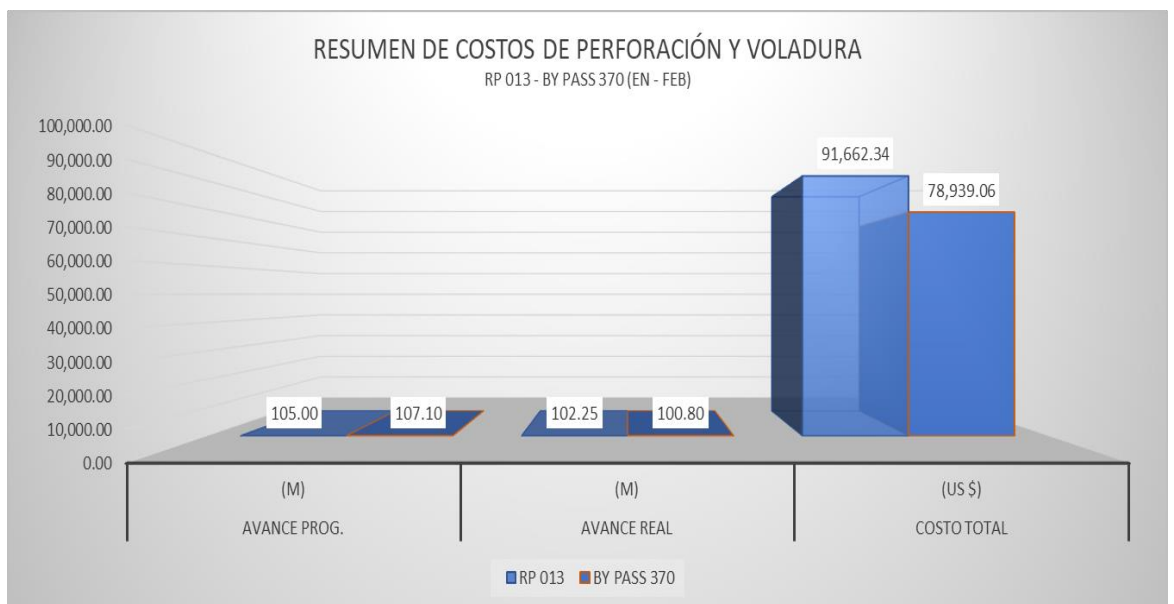


Figura 43. Resumen de costos de indicadores de perforación y voladura.
Fuente: propia

El costo asociado a las labores de desarrollo en la Rp 013 y By Pass 370, consideran valores de US \$ 91,662.34 y de US \$ 78,939.06 respectivamente, así mismo los metros perforados para la Rp 013 fue de 5,609.55 metros (octubre a diciembre) y en el By Pass fue de 5,434.25 metros (enero a febrero).

Los costos unitarios asociados al periodo de estudio en la Rp 013 fue de 16.55 US \$/m y en el caso del By Pass fue de 14.53 US \$/m.

La optimización de los costos unitarios, está directamente relacionado al cumplimiento en el avance efectivo de las labores de desarrollo.

4.6 Validación de hipótesis

De acuerdo al planteamiento del problema planteado en el presente trabajo, considerando el cumplimiento de los programas de avance mediante el análisis de los indicadores de perforación y voladura en labores de desarrollo, se evaluó la Rp 013 y el By Pass 370 en el Nv 1880.

La variable principal a ser analizada y validada en el presente estudio está relacionada al avance real y su nivel de cumplimiento en referencia al avance programado.

a) Validación de la hipótesis en la Rp 013

El análisis de los diferentes indicadores operacionales de perforación y voladura, influirá directamente en el avance efectivo y nivel de cumplimiento en la Rp 013 del Nv 1880.

El estudio realizado en la Rp 013, Nv 1880, se analizó durante 2 periodos: octubre y noviembre (periodo base) y diciembre (periodo optimizado). Para generar la mejora del avance en la Rp 013 se analizó, identificó y controló las principales actividades asociadas al proceso de perforación y voladura, mediante la herramienta de Pareto.

Tabla 26. Validación de indicadores de perforación y voladura, Rp 013

| RESUMEN TOTAL DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - OCTUBRE A DICIEMBRE | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| RP 013 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | | | |
| PERIODO | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Diferencia (m) | Cumplimiento (%) | PU (US \$/m) | COSTO TOTAL (US \$) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) |
| OCT - NOV | 117.60 | 114.05 | 3.55 | 96.98 | 896.42 | 102,237.15 | 6,451.56 | 2,646.00 | 2,566.13 | 5,295.84 | 5,678.50 |
| DICIEMBRE | 79.80 | 78.66 | 1.14 | 98.57 | 896.42 | 70,512.71 | 3,925.52 | 1,786.50 | 1,626.75 | 4,010.79 | 3,802.32 |
| MEJORA | | | 2.41 | 1.59 | | | | | | | |

Fuente: propia

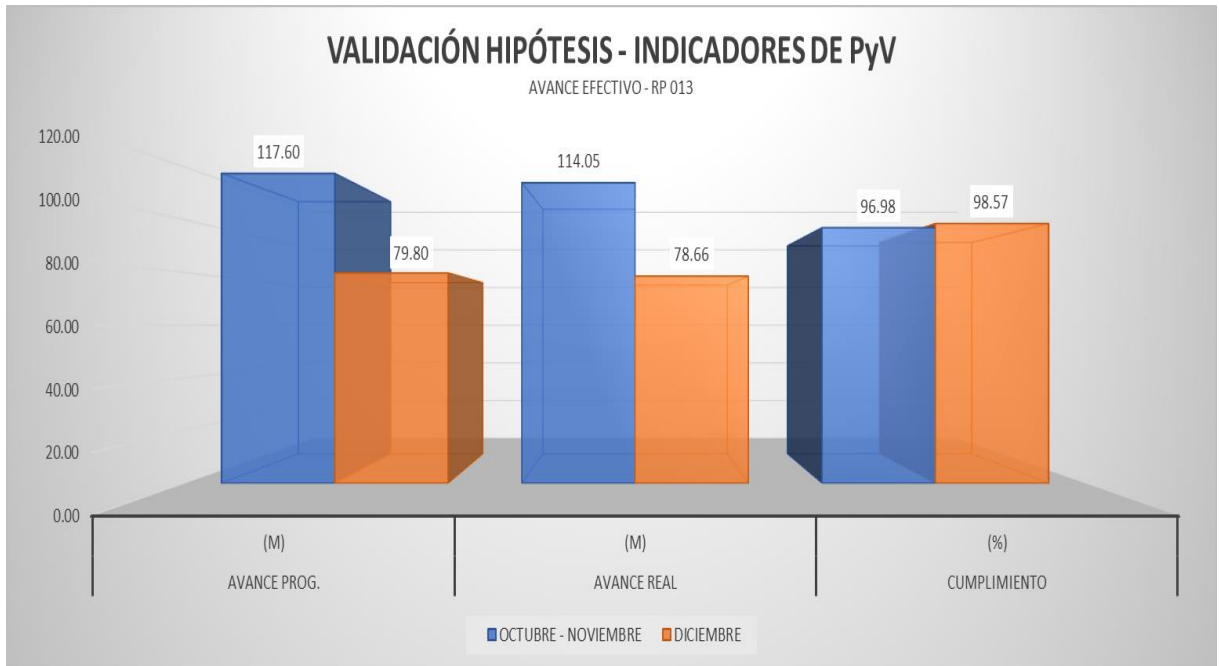


Figura 44. Validación de la hipótesis de indicadores perforación y voladura, Rp 013.
Fuente: propia

Durante el estudio de análisis base, periodo de octubre a noviembre se programó un avance de 117.60 metros y se ejecutó con un avance de 114.05 metros con un déficit de 3.55 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 96.98%.

La mejora se realizó durante el mes de diciembre, considerando un avance programado de 79.80 metros y se ejecutó en 78.66 metros con un déficit de 1.14 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 98.57%.

La mejora en el avance en la Rp 013, durante el periodo de estudio consideró un incremento en el avance en 2.41 metros o del 1.59%.

b) Validación de la hipótesis en el By Pass 370

El estudio realizado en el By Pass 370, Nv 1880 se analizó durante 2 periodos: enero (periodo base) y febrero (periodo optimizado). Para generar la mejora del avance en el By Pass 370 se analizó, identificó y controló las principales actividades asociadas al proceso de perforación y voladura, mediante la herramienta de Pareto.

Tabla 27. Validación de indicadores de perforación y voladura, By Pass 370

| RESUMEN DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - ENERO A FEBRERO | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| BY PASS 370 - NV 1880 (5,0 X 4,5) | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Diferencia (m) | Cumplimiento (%) | PU (US \$/m) | COSTO TOTAL (US \$) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| ENERO | 126.00 | 120.00 | 6.00 | 95.24 | 783.13 | 93,975.07 | 6,469.93 | 2,835.00 | 2,700.00 | 6,246.78 | 5,739.22 | 66.10 | 64.48 |
| FEBRERO | 88.20 | 86.10 | 2.10 | 97.62 | 783.13 | 67,427.11 | 4,398.57 | 1,984.50 | 1,836.00 | 4,433.02 | 4,165.82 | 46.91 | 47.94 |
| MEJORA | | | 3.90 | 2.38 | | | | | | | | | |

Fuente: propia

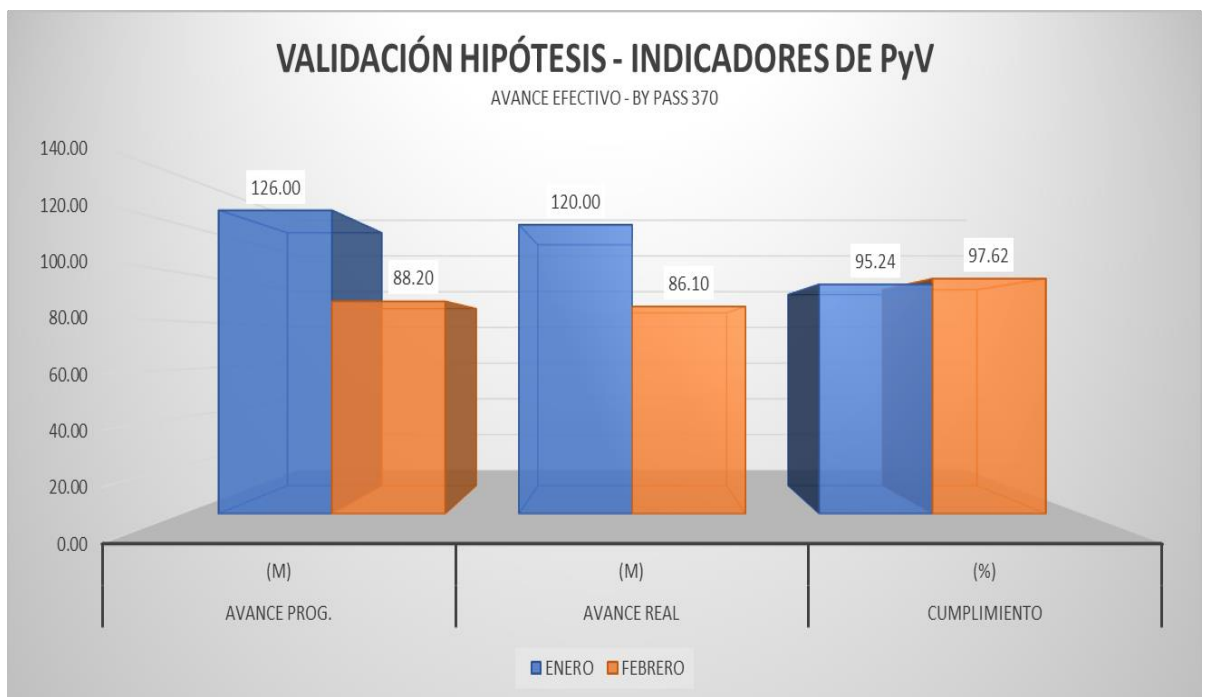


Figura 45. Validación de la hipótesis de indicadores perforación y voladura, By Pass 370
Fuente: propia

Para el estudio de análisis base en el By Pass 370 periodo base (enero) se programó un avance de 126.0 metros y el avance ejecutado fue de 120.0 metros con un déficit de 6.0 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 95.24%.

La mejora se realizó durante el mes de febrero, considerando un avance programado de 88.20 metros y el avance ejecutado fue de 86.10 metros con un déficit de 2.10 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 97.62%.

La mejora en el avance en el By Pass 370, durante el periodo de estudio consideró un incremento en el avance en 3.90 metros o del 2.38%.

El análisis general en los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo, involucra una mejora en los escenarios optimizados (diciembre y febrero).

El resumen comparativo en los indicadores operacionales de perforación y voladura en la Rp 013 y el By Pass 370, considera una mejora en el avance en 1.45 metros, menores metros perforados en 175.30 metros y un menor consumo de kilogramos de explosivos en 1,573.40 kilogramos.

Tabla 28. Comparativo de indicadores perforación y voladura, en labores de desarrollo.

| COMPARATIVO DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN LABORES DE DESARROLLO | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| RP 013 - BY PASS 370 (5.0X 4.5) | | | | | | | | | |
| FECHA | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| RP 013 | 105.00 | 102.25 | 5,609.55 | 2,835.00 | 2,700.00 | 6,246.78 | 5,739.22 | 66.10 | 64.48 |
| BY PASS 370 | 107.10 | 100.80 | 5,434.25 | 1,984.50 | 1,836.00 | 4,433.02 | 4,165.82 | 46.91 | 47.94 |
| DIFERENCIA | 2.10 | -1.45 | -175.30 | | | | -1,573.40 | | |

Fuente: propia

c) Validación de las actividades de PyV mediante Pareto

De acuerdo al análisis de los estudios realizados en el escenario base de la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880, se identificaron las actividades que inciden en el avance efectivo de las labores de desarrollo en estudio, identificando un total de 62 actividades mediante Pareto.

De las actividades identificadas mediante Pareto, el 20% de actividades (13 actividades) que representan el 80% de problemas en el desarrollo de la Rp 013 y By Pass 370, fueron evaluadas considerando un total de 4 actividades que inciden directamente en el avance efectivo, siendo estas: esperando área / labor / orden de trabajo, falla mecánica, falta de operador y falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla).

Tabla 29. Incidencia de actividades de perforación en labores de desarrollo

| INCIDENCIA DE ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN | | |
|--|----------|----------------|
| CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE AVANCE | | |
| ACTIVIDADES | HORAS | INCIDENCIA (%) |
| Esperando área / labor / orden de trabajo | 1,493.55 | 11% |
| Falla Mecanica | 1,338.18 | 10% |
| Falta de Operador (Indicar motivo) | 1,219.25 | 9% |
| Falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) | 1,095.20 | 8% |
| TOTAL | 5,146.18 | 37% |

Fuente: propia

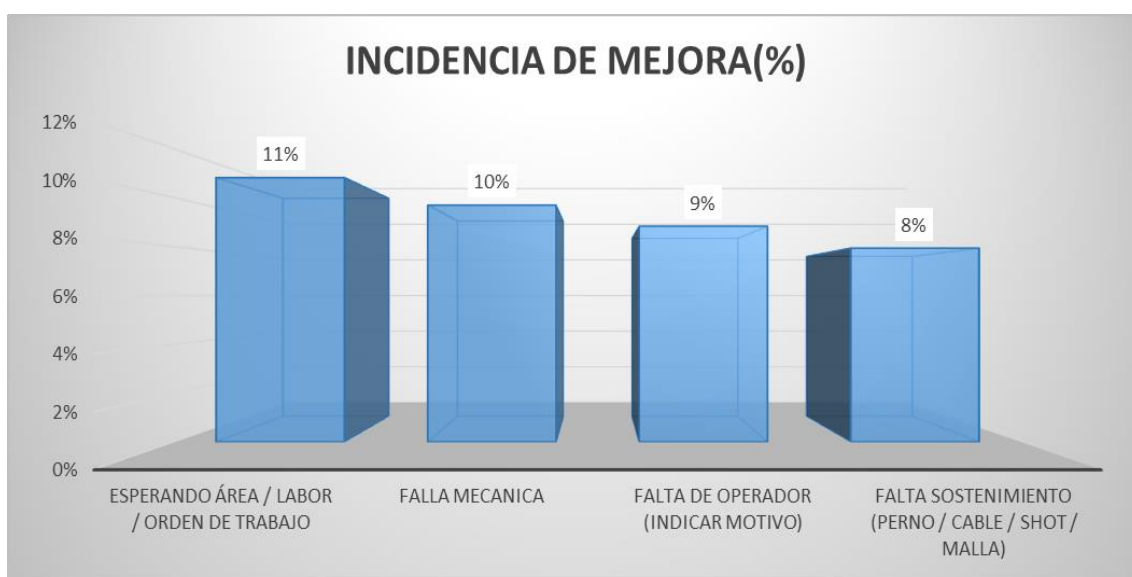


Figura 46. Validación de la hipótesis de actividades de avance.

Fuente: propia

De las 4 actividades identificadas, se consideró una mejora en el control del mantenimiento preventivo en equipos de perforación, incrementando la disponibilidad de 80 a 82%, así como las condiciones o variables operacionales disminuyendo la pérdida de horas efectivas en 1.5 a 2 horas, siendo las actividades mejoradas, espera de labor y ordenes de trabajo optimizadas.

Finalmente, el análisis de los indicadores de perforación y voladura, y la identificación de las principales actividades, ayudaron al cumplimiento de los programas de avance en las labores evaluadas como la Rp 013 y el By Pass 370, Nv 1880.

CONCLUSIONES

1. El desarrollo del trabajo de investigación, cuyo objetivo principal fue determinar el cumplimiento de los programas de avance, mediante el análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en la Rp 013 y By Pass 370 del Nv 1880, con secciones de 5.0 x 4.5 m. Los parámetros analizados fueron: el avance, metros perforados, volumen de material, kilogramos de explosivos y factor de carga en los escenarios programado y ejecutado.
2. El análisis en la Rp 013, durante el mes de octubre (escenario base), considera un avance programado de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado de 3.97 m/disparo, generando un déficit de 0.23 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real de 89.42 m³, con una diferencia de 5.08 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 176.94 kg/disparo y un consumo real de 202.09 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 25.15 kg/disparo.
3. El análisis en la Rp 013, durante el mes de noviembre (escenario base), considera un avance programado de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado de 4.17 m/disparo, generando un déficit de 0.03 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real de 93.72 m³, con una diferencia de 0.78 m³ m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 200.49 kg/disparo y un consumo real de 203.47 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 2.98 kg/disparo.
4. El análisis en la Rp 013, durante el mes de diciembre (escenario optimizado), el avance programado fue de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado en 4.14 m/disparo, generando un déficit de 0.06 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real en 85.62 m³, con una diferencia de 8.41 m³ m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 211.09 kg/disparo y el consumo real de 200.12 kg/disparo, generando un mayor consumo de explosivo en 10.97 kg/disparo.

5. El análisis en el By Pass 370, durante el mes de enero (escenario base), el avance programado fue de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado en 4.0 m/disparo, generando un déficit de 0.20 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real en 90.0 m³, con una diferencia de 4.50 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 208.23 kg/disparo y el consumo real de 191.31 kg/disparo, generando un menor consumo de explosivo en 16.92 kg/disparo.
6. El análisis en el By Pass 370, durante el mes de febrero (escenario optimizado), el avance programado fue de 4.20 m/disparo, siendo el ejecutado en 4.10 m/disparo, generando un déficit de 0.10 metros. El volumen programado fue de 94.50 m³ y el real en 87.43 m³, con una diferencia de 7.07 m³/disparo. Este volumen ejecutado considera un consumo de explosivo programado de 211.1 kg/disparo y el consumo real de 198.37 kg/disparo, generando un menor consumo de explosivo en 12.72 kg/disparo.
7. El análisis de Pareto en el proceso unitario de perforación y voladura en la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880, identificaron las siguientes actividades: perforación de frente con 1,655.65 hrs, esperando área / labor / orden de trabajo con 1,493.55 hrs, falla mecánica con 1,338.18 hrs, falta de operador con 1,219.25 hrs, falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) con 1,095.20 hrs, salida de personal con 775.53 hrs, traslado de equipo con 764.65 hrs, mantenimiento preventivo / programado con 702.60 hrs, capacitación / DDS con 482.43 hrs, traslado de personal a labor con 478.32 hrs, ingreso de personal con 391 hrs, equipo en stand by con 358.58 hrs y refrigerio / almuerzo con 319.75 hrs.
8. Las 4 actividades que se identificaron y ayudaron a la mejora del avance en la Rp 013 y By Pass 370 han sido identificadas como: Esperando área / labor / orden de trabajo con incidencia del 11%, falla mecánica con incidencia del 10%, falta de operador con incidencia del 9% y falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) con incidencia del 8%.

9. El costo asociado a las labores de desarrollo en la Rp 013 y By Pass 370, consideran valores de US \$ 91,662.34 y de US \$ 78,939.06 respectivamente, así mismo los metros perforados para la Rp 013 fue de 5,609.55 metros (octubre a diciembre) y en el By Pass fue de 5,434.25 metros (enero a febrero). Los costos unitarios asociados al periodo de estudio en la Rp 013 fue de 16.55 US \$/m y en el caso del By Pass fue de 14.53 US \$/m.

10. La validación de la hipótesis en la Rp 013, durante el estudio de análisis base, periodo de octubre a noviembre se programó un avance de 117.60 metros y se ejecutó con un avance de 114.05 metros con un déficit de 3.55 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 96.98%. La mejora se realizó durante el mes de diciembre, considerando un avance programado de 79.80 metros y se ejecutó con 78.66 metros con un déficit de 1.14 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 98.57%. Esta mejora en el avance en la Rp 013, durante el periodo de estudio consideró un incremento en el avance en 2.41 metros o del 1.59%.

11. La validación de la hipótesis en el By Pass 370, durante el periodo base (enero) se programó un avance de 126.0 metros y el avance ejecutado fue de 120.0 metros con un déficit de 6.0 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 95.24%. La mejora se realizó durante el mes de febrero, considerando un avance programado de 88.20 metros y el avance ejecutado fue de 86.10 metros con un déficit de 2.10 metros, llegando a un nivel de cumplimiento del 97.62%. La mejora en el avance en el By Pass 370, durante el periodo de estudio consideró un incremento en el avance en 3.90 metros o del 2.38%.

12. Para mejorar el avance efectivo en la Rp 013 y el By Pass 370, se identificaron 4 actividades a corregir (esperando área / labor / orden de trabajo con incidencia del 11%, falla mecánica con incidencia del 10%, falta de operador con incidencia del 9% y falta sostenimiento (perno / cable / shot / malla) con incidencia del 8%. Se replanteó en la mejora del control del mantenimiento preventivo en equipos de perforación, incrementando la disponibilidad de 80 a 82%, así como una mejor

supervisión de las actividades controlando y/o disminuyendo las pérdidas de horas efectivas en los procesos unitarios asociados a la Rp 013 y By Pass 370, Nv 1880, disminuyendo entre 1.5 a 2.0 horas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios similares en labores de preparación con taladros largos como subniveles y chimeneas slot, para medir en forma integral el avance efectivo en labores de desarrollo y preparación con taladros largos.
2. Se recomienda, medir el análisis granulométrico post voladura en labores de desarrollo y relacionarlos con el avance efectivo y su incidencia económica.
3. Se recomienda realizar el análisis del avance efectivo con la sobre rotura y su incidencia en el cumplimiento del programa de avance.
4. Se recomienda relacionar el avance efectivo de labores de desarrollo con el tiempo de fraguado y resistencia mínima en métodos de minado con taladros largos y relleno hidráulico, para definir el tiempo adecuado del ciclo de minado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LAVIN, Brian. Modelamiento numérico de la secuencia de explotación de un caserón en minería de Sublevel Stopping. Memoria (Tesis de pregrado). Santiago: Universidad de Chile, 2021, pág. 108.
2. HENRÍQUEZ, Daniela. Evaluación del límite óptimo entre minería Cielo Abierto y Sublevel Stopping. Memoria (Tesis pre grado). Santiago: Universidad de Chile, 2019. pág. 91.
3. BALDEÓN, Miguel. Aplicación del método de explotación taladros largos en vetas angostas sin By Pass - Veta Ramal Alianza de Minera Argentum. Memoria (Tesis de pre grado). Huancayo: Universidad Continental, 2021. pág. 87.
4. CASTILLO, Enrique. Implementación del método sublevel stopping con taladros largos para el incremento de la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía Minera Bateas S.A.C. Memoria (Tesis de pregrado). Arequipa: Universidad Continental, 2020. pág. 79.
5. NASTARES, Rubén. Influencia del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la optimización del proceso productivo de la veta Gisela - mina Animón – 2018. Memoria (Tesis de pregrado). Pasco: Universidad Alas Peruanas, 2019. pág. 101.
6. INCIMETT, data de equipos de perforación, en la Rp 013 y Bp 370, nivel 1880, año 2023.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables

| Variables | Definición Conceptual | Definición operacional | | |
|--|---|---|--|---|
| | | Dimensiones | Sub-Dimensiones | Indicadores |
| VI: Cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos. | El cumplimiento de los programas de avance en métodos de minado con taladros largos, incide directamente en los planes de minado. | <ul style="list-style-type: none"> • Geológico • Geomecánico • Operacionales | <ul style="list-style-type: none"> Dominios geológicos Dominios geomecánicos Plan de minado | <ul style="list-style-type: none"> Estructura mineralizada, litología, densidad, etc. Propiedades del macizo rocoso, RMR, GSI, etc. Tonelaje, mts. perforados, kg explosivos, etc. |
| VD: Análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo. | El análisis de los indicadores de perforación y voladura en labores de desarrollo, incidirán directamente en la rentabilidad operacional de la unidad minera. | <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de PyV • Indicadores económicos | <ul style="list-style-type: none"> Operacional Económico | <ul style="list-style-type: none"> Metros perforados, kg de explosivos, volumen, etc. Precios unitarios, US \$/m., costos de PyV, etc. |

Fuente: elaboración propia

Anexo 2
Planos en planta y perfil

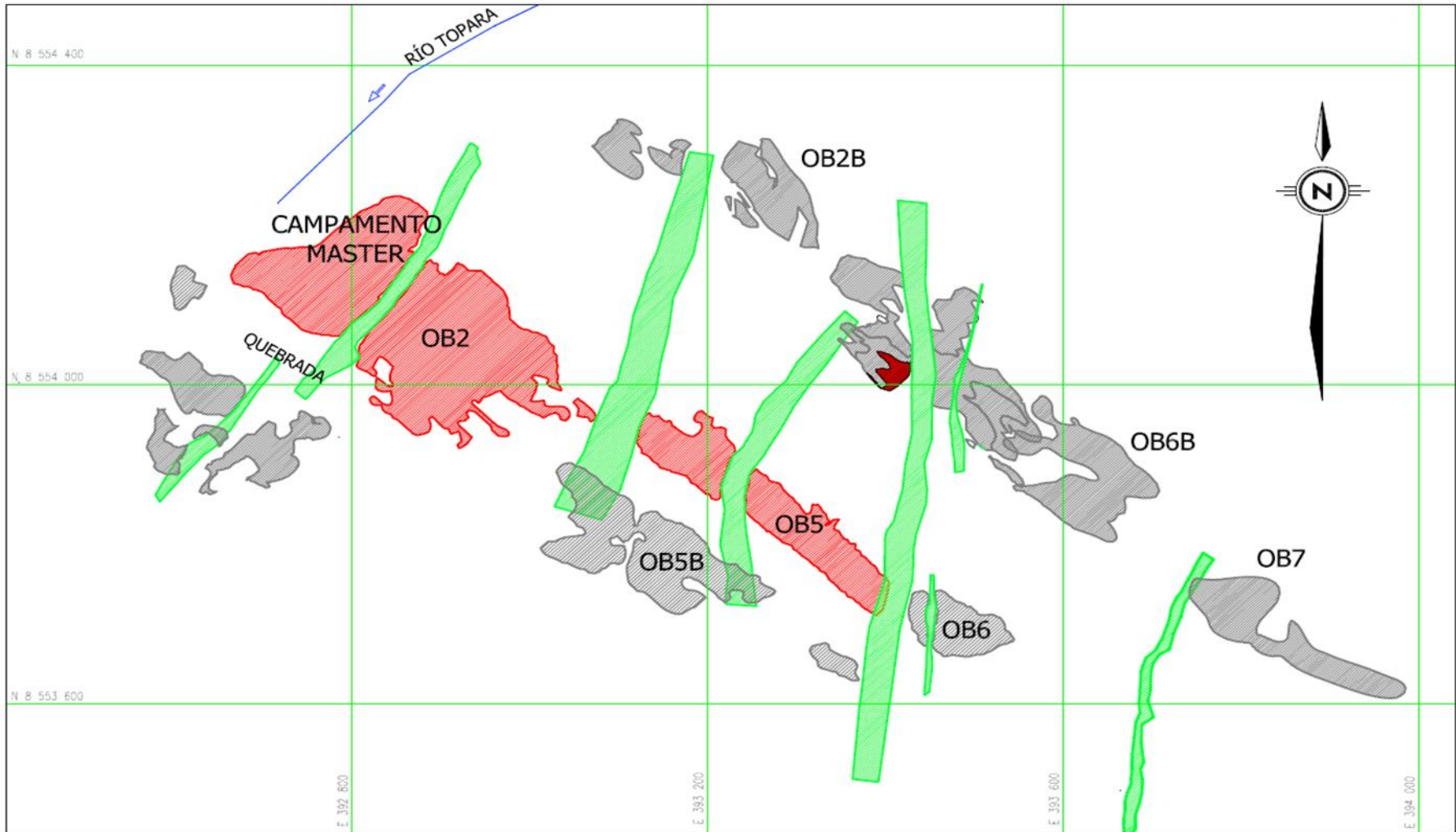


Figura 4. Áreas mineralizadas en la unidad minera
Fuente: área de geología

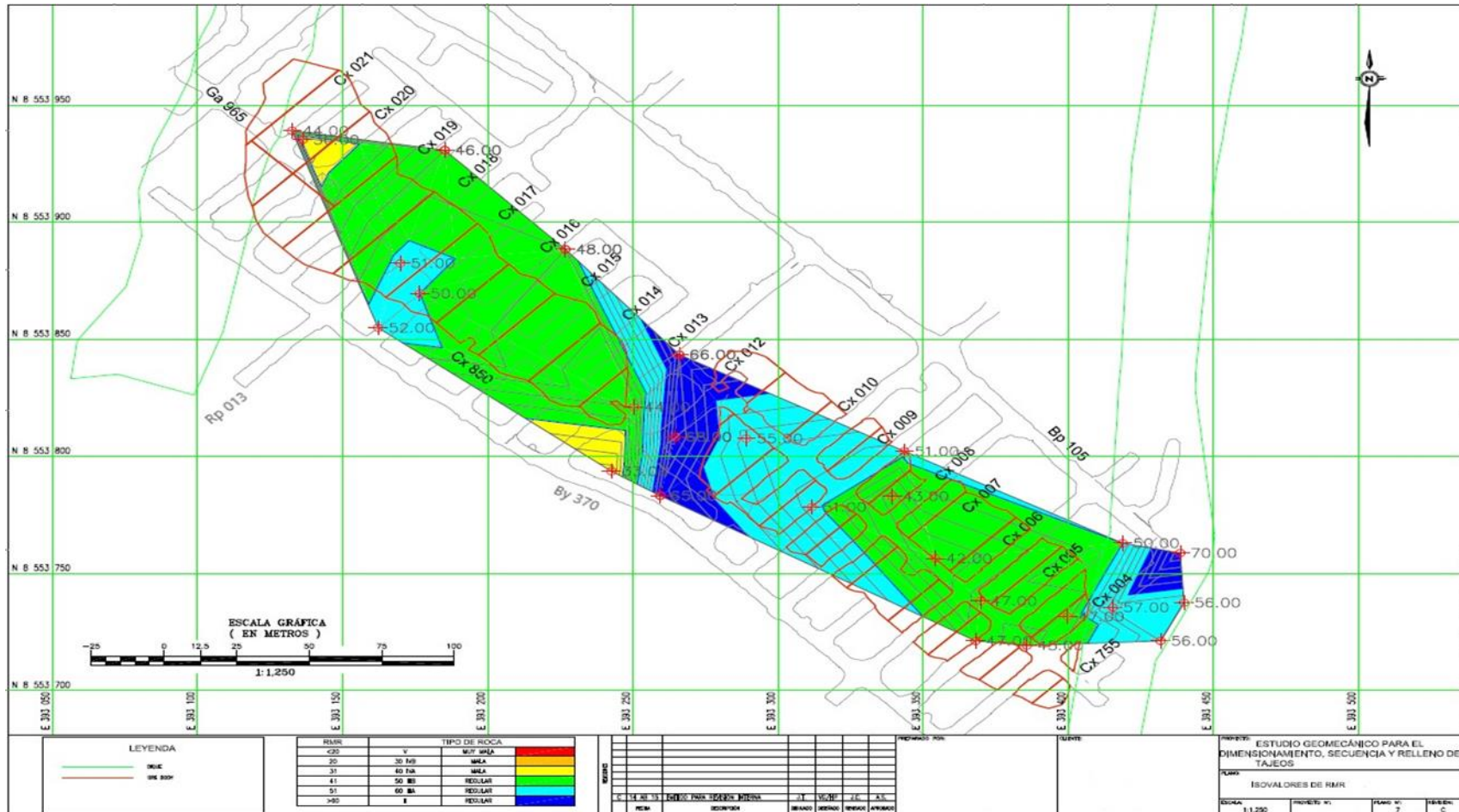


Figura 7. Consideraciones geomecánicas del área mineralizada en la unidad minera
 Fuente: área de geomecánica

Anexo 3

Tablas

Tabla 30. Análisis de información Rp 013 - Octubre

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - OCTUBRE | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| RP 013 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Ancho (m) | Alto (m) | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| 02-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 268.83 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 197.52 | 1.87 | 2.19 |
| 03-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 228.39 | 94.50 | 87.75 | 176.94 | 197.52 | 1.87 | 2.25 |
| 04-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 264.35 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 221.12 | 1.87 | 2.46 |
| 05-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 255.48 | 94.50 | 83.25 | 176.94 | 221.12 | 1.87 | 2.66 |
| 06-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 273.31 | 94.50 | 83.25 | 176.94 | 190.04 | 1.87 | 2.28 |
| 07-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.60 | 216.77 | 94.50 | 81.00 | 176.94 | 192.20 | 1.87 | 2.37 |
| 08-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 216.77 | 94.50 | 83.25 | 176.94 | 195.20 | 1.87 | 2.34 |
| 09-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 216.77 | 94.50 | 83.25 | 176.94 | 195.20 | 1.87 | 2.34 |
| 10-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.40 | 264.35 | 94.50 | 76.50 | 176.94 | 162.80 | 1.87 | 2.13 |
| 11-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 212.90 | 94.50 | 83.25 | 176.94 | 222.52 | 1.87 | 2.67 |
| 12-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 212.90 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 222.52 | 1.87 | 2.47 |
| 13-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 224.52 | 94.50 | 87.75 | 176.94 | 187.50 | 1.87 | 2.14 |
| 14-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 207.57 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 222.52 | 1.87 | 2.47 |
| 15-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 259.87 | 94.50 | 99.00 | 176.94 | 220.82 | 1.87 | 2.23 |
| 16-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 342.20 | 94.50 | 87.75 | 176.94 | 220.82 | 1.87 | 2.52 |
| 17-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 212.90 | 94.50 | 96.75 | 176.94 | 197.52 | 1.87 | 2.04 |
| 18-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.60 | 224.52 | 94.50 | 81.00 | 176.94 | 220.82 | 1.87 | 2.73 |
| 19-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.80 | 216.77 | 94.50 | 85.50 | 176.94 | 197.52 | 1.87 | 2.31 |
| 20-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 216.77 | 94.50 | 101.25 | 176.94 | 195.28 | 1.87 | 1.93 |
| 21-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 205.16 | 94.50 | 92.25 | 176.94 | 114.45 | 1.87 | 1.24 |
| 22-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 264.35 | 94.50 | 96.75 | 176.94 | 197.52 | 1.87 | 2.04 |
| 23-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 250.91 | 94.50 | 96.75 | 176.94 | 222.52 | 1.87 | 2.30 |
| 24-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 282.28 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 220.82 | 1.87 | 2.45 |
| 25-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 212.90 | 94.50 | 94.50 | 176.94 | 190.04 | 1.87 | 2.01 |
| 26-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 209.03 | 94.50 | 94.50 | 176.94 | 197.52 | 1.87 | 2.09 |
| 27-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 241.95 | 94.50 | 99.00 | 176.94 | 219.10 | 1.87 | 2.21 |
| 28-Oct | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 241.95 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 213.80 | 1.87 | 2.38 |
| PROMEDIO | | | 4.20 | 3.97 | 238.69 | 94.50 | 89.42 | 176.94 | 202.09 | 1.87 | 2.27 |
| DIFERENCIA | | | 0.23 | | 5.08 | | -25.15 | | -0.40 | | |
| TOTAL | | | 113.40 | 107.30 | 6,444.51 | 2,551.50 | 2,414.25 | 4,777.36 | 5,456.33 | | |

Fuente: propia

Tabla 31. Análisis de información Rp 013 - Noviembre

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - NOVIEMBRE | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| RP 013 - NV 1880 (5.0X4.5) | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Ancho (m) | Alto (m) | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| 01-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 259.87 | 94.50 | 101.25 | 176.94 | 187.80 | 1.87 | 1.85 |
| 02-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 209.03 | 94.50 | 96.75 | 176.94 | 187.50 | 1.87 | 1.94 |
| 03-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 241.95 | 94.50 | 101.25 | 176.94 | 156.66 | 1.87 | 1.55 |
| 04-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 224.52 | 94.50 | 94.50 | 176.94 | 187.50 | 1.87 | 1.98 |
| 05-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 212.90 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 187.50 | 1.87 | 2.08 |
| 06-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 264.35 | 94.50 | 99.00 | 176.94 | 220.82 | 1.87 | 2.23 |
| 07-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 250.91 | 94.50 | 99.00 | 176.94 | 187.50 | 1.87 | 1.89 |
| 08-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 224.52 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 212.50 | 1.87 | 2.36 |
| 09-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 209.03 | 94.50 | 90.00 | 176.94 | 220.82 | 1.87 | 2.45 |
| 10-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 224.52 | 94.50 | 94.50 | 211.09 | 220.82 | 2.23 | 2.34 |
| 11-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 241.95 | 94.50 | 101.25 | 211.09 | 194.15 | 2.23 | 1.92 |
| 12-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.20 | 286.76 | 94.50 | 72.00 | 211.09 | 245.80 | 2.23 | 3.41 |
| 13-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 219.55 | 94.50 | 101.25 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.10 |
| 14-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 255.39 | 94.50 | 99.00 | 211.09 | 219.98 | 2.23 | 2.22 |
| 15-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 219.55 | 94.50 | 101.25 | 211.09 | 220.70 | 2.23 | 2.18 |
| 16-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 228.39 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 219.98 | 2.23 | 2.44 |
| 17-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 228.39 | 94.50 | 99.00 | 211.09 | 219.98 | 2.23 | 2.22 |
| 18-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 216.77 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 219.98 | 2.23 | 2.44 |
| 19-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 216.77 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 220.80 | 2.23 | 2.45 |
| 20-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 189.68 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 195.70 | 2.23 | 2.17 |
| 21-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 152.34 | 94.50 | 94.50 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.22 |
| 22-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 134.42 | 94.50 | 96.75 | 211.09 | 194.90 | 2.23 | 2.01 |
| 23-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 259.87 | 94.50 | 99.00 | 211.09 | 195.70 | 2.23 | 1.98 |
| 24-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 230.43 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 193.10 | 2.23 | 2.15 |
| 25-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 224.52 | 94.50 | 94.50 | 211.09 | 194.98 | 2.23 | 2.06 |
| 26-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 212.90 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 195.00 | 2.23 | 2.17 |
| 27-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 212.90 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 195.00 | 2.23 | 2.17 |
| 28-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.80 | 193.55 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 193.00 | 2.23 | 2.26 |
| 29-Nov | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 212.90 | 94.50 | 87.75 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.14 |
| PROMEDIO | | | 4.20 | 4.17 | 222.71 | 94.50 | 93.72 | 200.49 | 203.47 | 2.12 | 2.19 |
| DIFERENCIA | | | 0.03 | | 0.78 | | -2.98 | | -0.06 | | |
| TOTAL | | | 121.80 | 120.80 | 6,458.62 | 2,740.50 | 2,718.00 | 5,814.33 | 5,900.67 | | |

Fuente: propia

Tabla 32. Análisis de información Rp 013 - Diciembre

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - DICIEMBRE | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| RP 013 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Ancho (m) | Alto (m) | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| 01-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 232.26 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 195.00 | 2.23 | 2.17 |
| 02-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 185.81 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 193.00 | 2.23 | 2.26 |
| 03-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 201.29 | 94.50 | 94.50 | 211.09 | 193.00 | 2.23 | 2.04 |
| 04-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 116.13 | 94.50 | 81.00 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.62 |
| 05-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.18 | 216.77 | 94.50 | 78.75 | 211.09 | 193.00 | 2.23 | 2.45 |
| 06-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 189.68 | 94.50 | 94.50 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.25 |
| 07-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.25 | 228.39 | 94.50 | 83.25 | 211.09 | 195.00 | 2.23 | 2.34 |
| 08-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.18 | 228.39 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 09-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 205.16 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 218.00 | 2.23 | 2.55 |
| 10-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 216.77 | 94.50 | 78.75 | 211.09 | 219.94 | 2.23 | 2.79 |
| 11-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 209.03 | 94.50 | 83.25 | 211.09 | 193.00 | 2.23 | 2.32 |
| 12-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.15 | 259.87 | 94.50 | 56.25 | 211.09 | 219.94 | 2.23 | 3.91 |
| 13-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.15 | 220.64 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 194.94 | 2.23 | 2.28 |
| 14-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 220.64 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.36 |
| 15-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 156.82 | 94.50 | 78.75 | 211.09 | 162.50 | 2.23 | 2.06 |
| 16-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 255.39 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 17-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.15 | 210.59 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 18-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 134.42 | 94.50 | 96.75 | 211.10 | 187.50 | 2.23 | 2.36 |
| 19-Dic | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 237.47 | 85.50 | 94.50 | 211.10 | 237.50 | 2.47 | 2.51 |
| PROMEDIO | | | 4.20 | 4.14 | 206.61 | 94.03 | 85.62 | 211.09 | 200.12 | 2.25 | 2.40 |
| DIFERENCIA | | | 0.06 | | 8.41 | | | 10.97 | | -0.15 | |
| TOTAL | | | 79.80 | 78.66 | 3,925.52 | 1,786.50 | 1,626.75 | 4,010.79 | 3,802.32 | | |

Fuente: propia

Tabla 33 Análisis de información By Pass 370 - Enero

| ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - ENERO | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| BY PASS 370 - NV 1880 (5.0 X 4.5) | | | | | | | | | | | |
| FECHA | Ancho (m) | Alto (m) | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
| 02-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.00 | 156.82 | 94.50 | 67.50 | 211.09 | 163.00 | 2.23 | 2.41 |
| 03-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.30 | 241.95 | 94.50 | 74.25 | 211.09 | 194.90 | 2.23 | 2.62 |
| 04-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 224.03 | 94.50 | 83.25 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.25 |
| 05-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 224.03 | 94.50 | 92.25 | 211.09 | 237.50 | 2.23 | 2.57 |
| 06-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 197.14 | 94.50 | 87.75 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.42 |
| 07-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.50 | 224.03 | 94.50 | 78.75 | 187.56 | 212.50 | 1.98 | 2.70 |
| 08-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.50 | 246.43 | 94.50 | 78.75 | 211.09 | 219.94 | 2.23 | 2.79 |
| 09-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 241.95 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.36 |
| 10-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 246.43 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 194.94 | 2.23 | 2.17 |
| 11-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 255.39 | 94.50 | 96.75 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.20 |
| 12-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 246.43 | 94.50 | 94.50 | 211.09 | 194.94 | 2.23 | 2.06 |
| 13-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 210.59 | 94.50 | 99.00 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.15 |
| 14-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.70 | 255.39 | 94.50 | 83.25 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.25 |
| 15-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 246.43 | 94.50 | 92.25 | 187.56 | 187.50 | 1.98 | 2.03 |
| 16-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 246.43 | 94.50 | 99.00 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.15 |
| 17-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 255.39 | 94.50 | 87.75 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.14 |
| 18-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.80 | 210.59 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.19 |
| 19-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 210.59 | 94.50 | 94.50 | 211.10 | 187.50 | 2.23 | 1.98 |
| 20-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 210.59 | 94.50 | 101.25 | 188.96 | 187.50 | 2.00 | 1.85 |
| 21-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 246.43 | 94.50 | 94.50 | 187.56 | 187.50 | 1.98 | 1.98 |
| 22-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 255.39 | 94.50 | 90.00 | 211.10 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 23-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 0.00 | 94.50 | 90.00 | 217.76 | 187.50 | 2.30 | 2.08 |
| 24-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 219.55 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 25-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 219.55 | 94.50 | 101.25 | 211.09 | 184.00 | 2.23 | 1.82 |
| 26-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 219.55 | 94.50 | 101.25 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.10 |
| 27-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 241.95 | 94.50 | 92.25 | 211.10 | 187.50 | 2.23 | 2.03 |
| 28-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.50 | 170.26 | 94.50 | 78.75 | 211.10 | 187.50 | 2.23 | 2.38 |
| 29-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 255.39 | 94.50 | 94.50 | 211.10 | 212.50 | 2.23 | 2.25 |
| 30-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 22.40 | 94.50 | 90.00 | 211.10 | 212.50 | 2.23 | 2.36 |
| 31-Ene | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 268.83 | 94.50 | 101.25 | 211.10 | 0.00 | 2.23 | 0.00 |
| PROMEDIO | | | 4.20 | 4.00 | 215.66 | 94.50 | 90.00 | 208.23 | 191.31 | 2.20 | 2.15 |
| DIFERENCIA | | | 0.20 | | 4.50 | | | 16.92 | | 0.05 | |
| TOTAL | | | 126.00 | 120.00 | 6,469.93 | 2,835.00 | 2,700.00 | 6,246.78 | 5,739.22 | | |

Fuente: propia

Tabla 34 Análisis de información By Pass 370 - Febrero

ANÁLISIS DE INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - FEBRERO

BY PASS 370 - NV 1880 (5.0 X 4.5)

| FECHA | Ancho (m) | Alto (m) | Avance Prog. (m) | Avance Real (m) | Metros Perfor (m) | Volum.Nom. m3 | Vol. Real m3 | Explos. Program. (kg) | Explos. Real (kg) | Factor Carga Prog. (kg/m3) | Factor Carga Real (kg/m3) |
|------------|-----------|----------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| 01-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 246.43 | 94.50 | 90.00 | 211.10 | 237.50 | 2.23 | 2.64 |
| 02-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.10 | 246.43 | 94.50 | 90.00 | 211.10 | 212.50 | 2.23 | 2.36 |
| 03-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 246.43 | 94.50 | 90.00 | 211.10 | 220.00 | 2.23 | 2.44 |
| 04-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 237.47 | 94.50 | 96.75 | 211.10 | 220.00 | 2.23 | 2.27 |
| 05-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 250.91 | 94.50 | 99.00 | 211.10 | 212.50 | 2.23 | 2.15 |
| 06-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.40 | 246.43 | 94.50 | 99.00 | 211.10 | 220.00 | 2.23 | 2.22 |
| 07-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 80.65 | 94.50 | 90.00 | 211.10 | 200.00 | 2.23 | 2.22 |
| 08-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.50 | 181.94 | 94.50 | 101.25 | 211.10 | 220.00 | 2.23 | 2.17 |
| 09-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 120.00 | 94.50 | 56.25 | 211.10 | 0.00 | 2.23 | 0.00 |
| 10-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 241.95 | 94.50 | 94.50 | 211.10 | 220.00 | 2.23 | 2.33 |
| 11-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 210.59 | 94.50 | 94.50 | 211.10 | 220.00 | 2.23 | 2.33 |
| 12-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.80 | 205.16 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 218.00 | 2.23 | 2.55 |
| 13-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 216.77 | 94.50 | 78.75 | 211.09 | 219.94 | 2.23 | 2.79 |
| 14-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 209.03 | 94.50 | 83.25 | 211.09 | 193.00 | 2.23 | 2.32 |
| 15-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.90 | 259.87 | 94.50 | 56.25 | 211.09 | 219.94 | 2.23 | 3.91 |
| 16-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 3.80 | 220.64 | 94.50 | 85.50 | 211.09 | 194.94 | 2.23 | 2.28 |
| 17-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 220.64 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 212.50 | 2.23 | 2.36 |
| 18-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 156.82 | 94.50 | 78.75 | 211.09 | 162.50 | 2.23 | 2.06 |
| 19-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 255.39 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 20-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.00 | 210.59 | 94.50 | 90.00 | 211.09 | 187.50 | 2.23 | 2.08 |
| 21-Feb | 5.00 | 4.50 | 4.20 | 4.30 | 134.42 | 94.50 | 96.75 | 211.10 | 187.50 | 2.23 | 2.36 |
| PROMEDIO | | | 4.20 | 4.10 | 209.46 | 94.50 | 87.43 | 211.10 | 198.37 | 2.23 | 2.28 |
| DIFERENCIA | | | 0.10 | | 7.07 | | | 12.72 | | -0.05 | |
| TOTAL | | | 88.20 | 86.10 | 4,398.57 | 1,984.50 | 1,836.00 | 4,433.02 | 4,165.82 | | |

Fuente: propia

Anexo 4

Fotos



Figura 15. Granulometría post voladura, rampa Rp 013.
Fuente: propia



Figura 16. Granulometría post voladura, By pass 370.
Fuente: propia