

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Mejora del avance lineal de la galería 2450 N, para
reducir el costo de perforación y voladura, CIA.
Minera Poderosa S. A.**

Diego Enrique Arce Reynoso
Rusbel Silvio Barrientos Campos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

MEJORA DEL AVANCE LINEAL DE LA GALERÍA 2450 N, PARA REDUCIR EL COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, CIA. MINERA PODEROSA S.A.

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	vsip.info Internet Source	2%
2	dspace.unitru.edu.pe Internet Source	1%
3	repositorio.unh.edu.pe Internet Source	1%
4	repositorio.unamba.edu.pe Internet Source	1%
5	repositorio.utp.edu.pe Internet Source	1%
6	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Student Paper	1%
7	repositorio.unam.edu.pe Internet Source	1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	1%

9	repositorio.unap.edu.pe Internet Source	1 %
10	www.scribd.com Internet Source	1 %
11	tesis.ucsm.edu.pe Internet Source	1 %
12	fr.slideshare.net Internet Source	<1 %
13	repositorio.unsaac.edu.pe Internet Source	<1 %
14	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	<1 %
15	repositorio.unjbg.edu.pe Internet Source	<1 %
16	www.todoexpertos.com Internet Source	<1 %
17	repositorio.uncp.edu.pe Internet Source	<1 %
18	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	<1 %
19	es.scribd.com Internet Source	<1 %
20	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	

<1 %

21

repositorio.uap.edu.pe

Internet Source

<1 %

22

repositorio.undac.edu.pe

Internet Source

<1 %

23

Gómez Martínez Miriam. "El uso de la historieta como herramienta didáctica en la materia de historia", TESIUNAM, 2011

Publication

<1 %

24

Díaz Trenado Juana Angélica. "Disponibilidad de agua superficial en la cuenca del Valle de Mexico", TESIUNAM, 2005

Publication

<1 %

25

Submitted to Universidad Privada del Norte

Student Paper

<1 %

26

docplayer.es

Internet Source

<1 %

27

repositorio.unsa.edu.pe

Internet Source

<1 %

28

Romero López Arqueolítico. "Análisis y diseño estructural de superestructura para edificio de concreto de cinco niveles en Uruapan, Michoacán", TESIUNAM, 2017

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 20 words

Exclude bibliography On

ASESOR

Ing. Jesús Fernando Martínez Ildfonso

AGRADECIMIENTO

A la universidad Continental.

A la E.A.P. de Ingeniería de Minas.

A los docentes, que con sus enseñanzas nos prepararon para nuestra vida profesional

DEDICATORIA

Yo Rusbel; en primer lugar, dedico este trabajo a Dios, por guiar mis pasos y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mí hija Rhous Barrientos por ser mi motivación para seguir superándome; a mis padres: Silvio e Hilda; a mi hermano Franklin y a mis tías Susana y Rita, por el esfuerzo que hicieron para que yo pudiera lograr mis objetivos, por ser mi pilar en toda mi trayectoria universitaria.

Yo Diego, dedico es Tesis, a mis padres quienes son los principales promotores de mis sueños, a través de sus palabra y consejos que supieron encaminarme en esta meta; a mi hermana un ejemplo a seguir con cada logro obtenido.

A mi hija Alondra quien se convirtió en el principal motor para encaminar mis propósitos, viendo reflejada en ella mi más grande sueño, a mi pareja Giovana por estar a mi lado apoyándome y alentándome a seguir en la lucha por un sueño.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	16
1.1 Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1 Planteamiento del problema	16
1.1.2 Formulación del problema.....	17
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo general.....	17
1.2.2 Objetivos específicos	17
1.3 Justificación e importancia	18
1.3.1 Justificación practica	18
1.4 Hipótesis	18
1.4.1 Hipótesis general	18
1.4.2 Hipótesis específicas	18
1.5 Identificación de las variables	18
1.5.1 Variable independiente	18
1.5.2 Variable dependiente	19
1.5.3 Matriz de operacionalización de variables	19
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes del problema.....	20
2.1.1 Antecedentes nacionales	20
2.2 Generalidades unidad minera Poderosa	24

2.2.1 Ubicación y accesibilidad.....	24
2.2.2 Geología regional.....	25
2.2.3 Geología estructural.....	30
2.3 Bases teóricas.....	32
2.3.1 Descripción del método de minado por corte y relleno	32
2.3.2 Ciclo minero	33
2.4 Etapas previo al minado corte y relleno ascendente	36
2.4.1 Etapa de preparación y desarrollo	36
2.4.2 Desarrollo de galerías	36
CAPÍTULO III MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO.....	46
3.1 Método y alcances de la Investigación.....	46
3.1.1 Método general o teórico de la investigación	46
3.1.2 Alcance de la investigación.....	47
3.2 Diseño de la investigación.....	47
3.3 Población y muestra.....	47
3.3.1 Población	47
3.3.2 Muestra	48
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos.	48
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	48
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1 Mejora del avance lineal de la galería 2450 N para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.....	49
4.1.1 Caracterización geomecánica de la galería 2450 N para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.	49
4.1.2 Reducir el costo unitario de avance lineal de la galería 2450 N tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.....	81
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales unidades litológica y asientos mineros y mapa geología de Pataz.....	25
Figura 2. Columna lito-estratigráfica de la región de Pataz	30
Figura 3. Perforación convencional - cut and fill	34
Figura 4. Limpieza de minerales con cabrestante	35
Figura 5. Preparación de los tajeos y enmaderado de los chutes a rellenar – cut and fill.....	36
Figura 6. Partes de la barra cónica.....	39
Figura 7. Características generales de las barras cónicas	39
Figura 8. Acople de barra y broca cónica	40
Figura 9. Partes de broca cónica.....	40
Figura 10. Descripción de la conicidad.....	40
Figura 11. Equipo Scooptram de 3.5 yd ³	42
Figura 12. Utilización de la varilla de fierro corrugado en el sostenimiento	43
Figura 13. Análisis geomecánico de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa.....	51
Figura 14. Situación actual - diseño de la malla de perforación y voladura del arranque de la galería 2450.....	52
Figura 15. Escenario actual - diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 6 pies de la galería 2450.....	53
Figura 16. Escenario actual – tiro cortado de la galería 2450.....	55
Figura 17. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del arranque de la galería 2450.....	59
Figura 18. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del primer cuadrante de la galería 2450	62
Figura 19. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del segundo cuadrante de la galería 2450	64
Figura 20. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura en las ayudas de la corona de la galería 2450	67
Figura 21. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura en las ayudas del arrastre de la galería 2450.....	69

Figura 22. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura en las ayudas de cuadrantes hastiales de la galería 245072

Figura 23: Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del contorno en la Corona de la galería 245074

Figura 24. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura de los taladros de Arrastre de la galería 245077

Figura 25: Escenario óptimo - diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 8 pies de la galería 245078

Figura 26. Resultado del disparo del nuevo diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 8 pies de la galería 245080

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	19
Tabla 2. Accesibilidad unidad minera Poderosa.....	25
Tabla 3. Parámetros para galería	37
Tabla 4. Especificaciones técnicas de la perforadora manual Jackleg RNS83FX-FL7	38
Tabla 5. Característica técnicas dinamita Semexa.....	44
Tabla 6. Caracterización geomecánica del macizo rocoso de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa.....	50
Tabla 7. Resumen de la caracterización geomecánica del macizo rocoso de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa	50
Tabla 8. Escenario actual - datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450.....	54
Tabla 9. Parámetros para el diseño de la malla de perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450	56
Tabla 10. Escenario óptimo – datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450	79
Tabla 11. Datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N.....	81
Tabla 12. Costos de la mano de obra de la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.....	82
Tabla 13. Costos de los aceros de perforación de la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	82
Tabla 14. Costos de las herramientas utilizadas en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.....	83
Tabla 15. Costos de los implementos de seguridad en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	83

Tabla 16. Costos de los equipos en operación en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	83
Tabla 17. Costos los explosivos y accesorios de voladura en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	83
Tabla 18. Datos técnicos de perforación y voladura con barra de 8 pies de la galería 2450 N	84
Tabla 19. Costos de la mano de obra de la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.....	85
Tabla 20. Costos de los aceros de perforación de la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.....	85
Tabla 21. Costos de las herramientas utilizadas en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	85
Tabla 22. Costos de los implementos de seguridad en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la Galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	85
Tabla 23. Costos de los equipos en operación en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.....	86
Tabla 24. Costos los explosivos y accesorios de voladura en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.	86
Tabla 25. Optimización de la perforación y voladura con la barra cónica de 8 pies para todo el proyecto de la galería 2450 N	87

RESUMEN

En la Cía. Minera Poderosa S. A., en los trabajos de desarrollo de las galerías principales para poder minar las vetas Consuelo y Jimena, se cuenta con un avance en promedio de 1.6 metros, la barra utilizada es de 6 pies. Esto, lleva a retrasar el minado de dichas vetas, también se presenta el exceso del número de taladros, elevando el consumo de explosivos y aceros de perforación respectivamente, ante esta deficiencia se busca utilizar la barra de 8 pies para mejorar los indicadores de gestión (KPI's) de la perforación y voladura, mejorando así el avance lineal de la galería 2450 N de la veta Consuelo.

La evaluación de la caracterización geomecánica de la galería 2450 indica que se tiene una roca de un tipo Regular "A" III A, por lo que se realiza un sostenimiento con malla de 4" x 4" no galvanizada y barra helicoidal de 7 pies, intermediando con *slip set* de 7 pies y distribución de pernos en cocada.

En el escenario actual del diseño de malla de perforación y voladura, se tuvo deficiencia en la salida del disparo en toda la malla de perforación; debido, en su mayoría, a tiros cortados por causas del mal diseño de la malla de perforación y voladura como también de malas prácticas operativas.

En el escenario óptimo se realizó un nuevo diseño de malla de perforación y voladura que ayudó a eliminar los tiros cortados por malas prácticas operativas y por el mal diseño de malla de perforación y voladura. En el escenario actual se tienen las siguientes mejoras: en el arranque se aumentó el diámetro de los taladros de alivio a 64 mm, de igual manera el *burden* y espaciamiento se ha disminuido a fin de asegurar la salida del arranque. Este diseño de malla de perforación y voladura ayudó al aumento del avance lineal efectivo en 2.08 metros, lo que es muy beneficioso para el desarrollo de la galería 2450.

En el escenario actual, el diseño de malla de perforación y voladura tiene un costo total por la unidad valorizada por metro de avance lineal en S/ 1281.77 soles. En el escenario óptimo, el diseño de malla de perforación y voladura tiene un costo total por

la unidad valorizada por metro de avance lineal en S/ 1270.52 soles. La reducción del costo total de la valorización por metro lineal de avance es de S/ 11.25 soles con respecto al uso de la barra cónica de 8 pies.

Palabras clave: mejora del avance lineal de la perforación y voladura.

ABSTRACT

At Cia. Minera Poderosa S.A., in the development works of the main galleries to be able to mine the Consuelo and Jimena veins, there is an average advance of 1.6 meters. This leads us to delay the mining of these veins, there is also an excess of the number of drills, increasing the consumption of explosives and drilling steel respectively, due to this deficiency we seek to use the 8 foot bar to improve the management indicators (KPI's) of drilling and blasting, thus improving the linear progress of the 2450 N Gallery, of the Consuelo Vein.

The evaluation of the Geomechanical characterization of the 2450 Gallery in which there is a rock of a REGULAR "A" III A type, consequently a support with 4" x 4" non-galvanized mesh and 7 feet helical bar, intermediating with 7 feet slip set, distribution of bolts in cocada.

In the current scenario of the design of the drilling and blasting mesh, there was a deficiency in the exit of the shot in all the drilling mesh, mostly due to cut shots caused by poor design of the drilling and blasting mesh as well as poor operating practices.

In the optimal scenario, a new design of drill and blast mesh was made that helped to eliminate the cut shots, due to bad operating practices and the bad design of drill and blast mesh in the current scenario with the following improvements: in the starter, the diameter of the relief holes was increased to 64 mm, likewise the burden and spacing has been decreased in order to ensure the exit of the starter, with this design of drill and blast mesh helped to increase the effective linear advance by 2.08 meters, which is very beneficial. 08 meters, which is very beneficial for the development of Gallery 2450.

In the current scenario the design of the drilling and blasting mesh has a total cost per unit valued per meter of linear advance of S/ 1281.77 soles. In the optimal scenario, the design of the drilling and blasting mesh has a total cost for the unit valued at S/ 1270.52 soles per meter of linear advance. The reduction of the total cost of the valuation per linear meter of advance is S/ 11.25 soles with respect to the use of the 8-foot conical bar.

Key words: Improvement of the drilling and blasting linear feed rate.

INTRODUCCIÓN

En la Cía. Minera Poderosa S. A., en los trabajos de desarrollo de las galerías principales para poder minar las vetas Consuelo y Jimena, se cuenta con un avance en promedio de 1.6 metros, la barra utilizada es de 6 pies. Esto, lleva a retrasar el minado de dichas vetas, también se presenta el exceso del número de taladros, elevando el consumo de explosivos y aceros de perforación respectivamente, ante esta deficiencia se busca utilizar la barra de 8 pies para mejorar los indicadores de gestión (KPI's) de la perforación y voladura, mejorando así el avance lineal de la galería 2450 N de la veta Consuelo, así se perfecciona el nuevo diseño de perforación y voladura lo que ayudará a controlar las periferias de la corona de la labor y mejorar los parámetro de perforación en el consumo de aceros de perforación, las prácticas operativas y el consumo de explosivos, evitando voladuras secundarias, que son retrasos y pérdidas económicas en la Cía. Minera Poderosa S. A.

En el escenario actual del diseño de malla de perforación y voladura, se tuvo deficiencia en la salida del disparo en toda la malla de perforación; debido, en su mayoría, a tiros cortados por causas del mal diseño de la malla de perforación y voladura como también de malas prácticas operativas.

En el escenario óptimo se realizó un nuevo diseño de malla de perforación y voladura que ayudó a eliminar los tiros cortados por malas prácticas operativas y por el mal diseño de malla de perforación y voladura. En el escenario actual se tienen las siguientes mejoras: en el arranque se aumentó el diámetro de los taladros de alivio a 64 mm, de igual manera el *burden* y espaciamiento se ha disminuido a fin de asegurar la salida del arranque. Este diseño de malla de perforación y voladura ayudó al aumento del avance lineal efectivo en 2.08 metros, lo que es muy beneficioso para el desarrollo de la galería 2450. Los resultados del disparo indican una granulometría de un tamaño aceptable $< 8''$, la sobrerotura alcanza el valor de 1.97 %, el daño a la roca remanente es mínimo y tras el disparo se tiene una eficiencia de la perforación 95 % y en la voladura se tiene un 90 % de eficiencia los cuales son muy aceptables

En el escenario actual, el diseño de malla de perforación y voladura tiene un costo total por la unidad valorizada por metro de avance lineal en S/ 1281.77 soles.

En el escenario óptimo, el diseño de malla de perforación y voladura tiene un costo total por la unidad valorizada por metro de avance lineal en S/ 1270.52 soles. La reducción del costo total de la valorización por metro lineal de avance es de S/ 11.25 soles con respecto al uso de la barra cónica de 8 pies.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial existen diversas empresas mineras que vienen optimizando las operaciones unitarias de perforación y voladura para poder reducir los costos de preparación y desarrollo, inclusive en los trabajos de explotación por ser trabajos rutinarios del día a día, para ello se busca reducir dichos costos por medio de mejoras de parámetros de perforación y voladura.

En el Perú, existen diversas empresas dedicadas a la extracción de mineral, tanto pequeña, mediana y gran minería y siempre se plantea mejorar las operaciones unitarias como la perforación y voladura, transporte, relleno, entre otras actividades que se desarrollan rutinariamente y se busca mejorar continuamente para la factibilidad del proyecto minero.

En la Cía. Minera Poderosa S. A., en los trabajos de desarrollo de las galerías principales para poder minar las vetas Consuelo y Jimena, se cuenta con un avance en promedio de 1.6 metros, la barra utilizada es de 6 pies. Esto, lleva a retrasar el minado de dichas vetas, también se presenta el exceso del número de taladros, elevando el consumo de explosivos y aceros de perforación respectivamente, ante esta deficiencia se busca utilizar la barra de 8 pies para mejorar los indicadores de gestión (KPI's) de la perforación y voladura, mejorando así el avance lineal de la galería 2450 N, de la veta Consuelo, mejorando el nuevo

diseño de perforación y voladura que ayudará a controlar las periferias de la corona de la labor y mejorar los parámetros de perforación en el consumo de aceros de perforación, las prácticas operativas y el consumo de explosivos evitando voladuras secundarias, que son retrasos y pérdidas económicas en la Cía. Minera Poderosa S. A.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cómo influirá la mejora del avance lineal de la galería 2450 N para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influirá la caracterización geomecánica de la galería 2450 N para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.?
- ¿Cómo será la reducción del costo unitario de avance lineal de la galería 2450 N tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar la mejora del avance lineal de la galería 2450 N para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la caracterización geomecánica de la galería 2450 N para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.
- Reducir el costo unitario de avance lineal de la Galería 2450 N tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación practica

La Cía. Minera Poderosa S.A., en los trabajos de desarrollo de las galerías principales para poder minar las vetas de consuelo y Jimena, cuenta con un avance en promedio de 1.6 metros, la barra utilizada es de 6 pies. Esto, lleva a retrasar el minado de dichas vetas, también se presenta el exceso del número de taladros, elevando el consumo de explosivo y aceros de perforación, ante esta deficiencia se busca utilizar la barra de 8 pies para mejorar los indicadores de gestión (KPI's) de la perforación y voladura, mejorando el avance lineal de la galería 2450 N de la veta Consuelo. La mejora del nuevo diseño de perforación y voladura ayudará a controlar las periferias de la corona de la labor para perfeccionar los parámetros de perforación en el consumo de aceros de perforación, las prácticas operativas y el consumo de explosivos, evitando voladuras secundarias que son retrasos y pérdidas económicas en la Cía. Minera Poderosa.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La mejora del avance lineal de la galería 2450 N es factible y viable para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

1.4.2 Hipótesis específicas

- La caracterización geomecánica de la galería 2450 N influye positivamente para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.
- La reducción del costo unitario de avance lineal de la galería 2450 N es factible y viable tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

1.5 Identificación de las variables

1.5.1 Variable independiente

Mejora del avance lineal de la galería 2450 N.

1.5.2 Variable dependiente

Reducir el costo de perforación y voladura.

1.5.3 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V.I: Mejora del avance lineal de la Galería 2450 N.	Es la mejora del rendimiento, en función a los metros perforados de las piezas de perforación: barreno y broca del equipo manual Jack Leg, evaluando la caracterización geomecánica, para los factores y parámetros de control de la operación unitaria de perforación del macizo rocoso.	Evaluación de la caracterización geomecánica Evaluación del procedimiento adecuado para la perforación	<ul style="list-style-type: none"> • Índices RMR, RQD y Q del macizo rocoso • Familias de discontinuidades • Parámetros de las discontinuidades • Factores y parámetros de perforación. • Metros perforados • Cantidad de aceros de perforación.
V.D: Reducir el costo de perforación y Voladura.	Es la reducción del costo de avance de los frentes de preparación, mejorando las deficiencias en los trabajos de perforación y voladura, que están relacionadas a la evaluación de las desviaciones de los taladros de perforación, al tipo de roca que se va a perforar y al equipo (Jack Leg). Todos deben ser analizados, para la reducción del costo por metro lineal de perforación y voladura.	Evaluación de los costos de avance de los frentes de preparación	<ul style="list-style-type: none"> • P.U. de la broca (\$/m) • P.U. de la barra (\$/m) • P.U. del equipo de perforación Jack leg (\$/m) • Costo metro perforado (\$/m)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes nacionales

- a) Tesis titulada: «*Optimización del avance lineal en las labores de exploración y desarrollo de la Unidad Minera Santa María - Compañía Minera Poderosa S.A. con la aplicación de los criterios fundamentales de la ingeniería de la voladura*» realizada en la facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El objetivo del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada para optimizar el avance lineal en las cortadas de 2.5 m x 2.7 m, en tipo de roca III de la unidad minera Santa María, de Compañía Minera Poderosa S. A. con la técnica de perforación y la ingeniería de la voladura (1). Además, la metodología tiene las siguientes características (1):
- Se analizó los diferentes parámetros que intervienen en las estimaciones matemáticas para el diseño de la malla de perforación y voladura en roca diorita tipo III, en el cual se concluyó generar más cara libre para una mayor longitud de perforación (8 pies) frente a un avance convencional de 6 pies en una sección de 2.5 m x 2.7 m. Pues, la función objetivo fue la de incrementar el avance lineal en las zonas de desmonte (cortadas), la cual depende directamente del diámetro de los taladros de alivio en el arranque y la desviación de perforación de estos (1).

- Se rediseñó la malla de perforación y voladura considerando las dos variables mencionadas en la primera conclusión y también el tipo de explosivo a utilizar. De esta manera, se disminuyó de 45 a 39 la cantidad de taladros cargados y de los 5 taladros de alivio de 38 mm se modificó a 2 taladros de alivio de 64 mm con 3 taladros de alivio de 38 mm (Figura 25). De este modo, se aumentó el avance promedio a 2.10 m/disparo con barrenos de 8 pies frente al avance de 1.51 m/disparo con barrenos de 6 pies. Esto contribuyó a que el costo por metro de avance disminuya de S/.1,344.86 a S/.1,140.85 (1).
 - En esta instancia, se consiguió bajar el factor de potencia (Kg/TM) de 1.23 a 1.15 y el factor de carga lineal (Kg/m) se redujo de 23.24 a 21.02. La eficiencia de perforación y la eficiencia de voladura aumentaron, obteniendo así los siguientes indicadores: 87.93 % a 89.54 % y 93.92 % a 96.31 %, respectivamente (1).
- b) Tesis titulada: «*Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la CÍA. Minera Volcan S. A. A.*» realizada en la facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. El objetivo del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada, evaluar el proceso de perforación y voladura aplicando la emulsión bombeable gasificada (EBG) Quantex Sub en las labores de profundización para lograr alcanzar los avances lineales programados mensualmente por la mina Andaychagua de la Cía. Minera Volcan S. A. A. (2). Además, la metodología tiene las siguientes características (2).
- En las pruebas con EBG Quantex Sub se ha logrado mejorar las eficiencias de metros por disparo, al margen de los factores limitantes (las características de la roca) el rendimiento óptimo logrado en perforación de 14 pies es 3.64 m/disp. Y en perforación de 12 pies el rendimiento optima logrado es 3.21 m/disp (2).
 - Los resultados en cuanto al factor de avance usando Quantex Sub es 46.8 kg/mt y el factor de carga fue 1.8 kg/m (2).

- Para las voladuras en los taladros del contorno se usaron Quantex Sub de baja densidad (inferior a 0.9 gr/cm^3) y también se usó Cordón NP 80. El resultado de sobrerotura durante las pruebas se logró reducir a 8.3 % (2).
 - En cuanto al rendimiento del equipo UBT, cada taladro se carga en 0.82 min/taladro y el tiempo de rendimiento de carguío por labor es 32 min/labor (2).
 - Usando el Quantex Sub se pudo reducir el número de taladros. En sección 5.00 x 4.50 de 56 taladros perforados y 44 cargados con el nuevo diseño se redujo a 44 perforados y 37 cargados (2).
- c) Tesis titulada: «*Optimización de costos operativos mediante mejora y control de estándares de diseño y ejecución de la Galería 508 Veta Alice - Minera Yanaquihua*» realizada en la facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. El objetivo del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada para optimizar los costos unitarios de perforación y voladura en la Galería 508 de la veta Alice, incrementar la productividad en metros lineales actualizando los estándares de perforación y voladura en minera Yanaquihua (3). Además, la metodología tiene las siguientes características (3):
- La optimización de los estándares de perforación y voladura de 6 pies a 8 pies en la ejecución de la galería 508 veta Alice, considerando el costo unitario influyó de manera positiva, disminuyendo de S/. 696.51 a S/. 522.46 por metro lineal (3).
 - Con el nuevo estándar de perforación y voladura se mejoró significativamente la productividad en metros lineales de avance, paso de un 92 % a un 102 % de cumplimiento (comparación en seis meses). Esto debido a que se logró un incremento del avance promedio inicial de 1.4 m/disp., luego a 1.6 metros/disp. y finalmente a 2.10 metros/disparo (3).
 - Con el nuevo diseño de perforación y voladura se redujo el factor de carga de 2.91 kg/m^3 a 2.00 kg/m^3 , reduciéndose así el costo por voladura y así mismo las sobre roturas, siendo éstos analizados con el software JKSimblast (3).

- En la comparación que se realizó trimestralmente, en el periodo de febrero a abril, hubo una pérdida de S/ 6,404.50 acumulado, empleando el estándar antiguo (6 pies); mientras que, en el periodo de mayo a julio, aplicando el nuevo estándar (8 pies), ha generado una ganancia acumulada de S/. 10,022.11 (3).
- d) Tesis titulada: «*Optimización de perforación y voladura por el método de Roger Holmberg en minera aurífera Estrella de Chaparra S. A.*» realizada en la Universidad Tecnológica del Perú. El objetivo del estudio fue optimizar las operaciones de voladura mediante el diseño de malla de perforación usando el modelo de Holmberg para en el tajeo nuevo porvenir de la unidad minera “Estrella de Chaparra S.A.” – Arequipa (4). Además, la metodología tiene las siguientes características (4):
- El diseño de malla de sección 2 m X 10 m mediante el modelo Holmberg, se incrementó la longitud efectiva de perforación a 1,71 m, desde 1.5 m, y se redujo en número de taladros considerablemente (4).
 - El diseño de malla de sección 2 mx10 m mediante el modelo Holmberg ha permitido una reducción de 37.13 % los costos de perforación y voladura, siendo los costos de perforación y voladura desde 11.39 \$/t a 7.16 \$/t (4).
 - A través del diseño de malla de sección 2 m X10 m de perforación se logró optimizar los tiempos y costos de perforación y voladura teniendo una minimización de 110 taladros distribuidos en 22 filas de 5 taladros, a un total de 68 taladros distribuido en 17 filas de 4 taladros cada uno, donde el *burden* se cambió de 0,45m a 0,57m y los espaciamientos de 0,45m a 0,63m (4).
 - A través del diseño de malla, se redujo los costos de perforación de 7.03 \$/t a 4.12 \$/t, disminuyendo considerablemente en 2.91 \$/t. Asimismo, en voladura se redujo los costos desde 4,36 \$/t a 3.04 \$/t, haciendo una reducción de 1,21 \$/t, a pesar que se cambió los explosivos de EXSA-65% 7/8” +/- 7” a utilizar el nuevo E65% 1.1/4” +/- 8” debido a que tiene mayor potencia y velocidad de detonación (4).

e) Tesis titulada: «*Optimización de costos unitarios de perforación y voladura en labores de preparación del NV 1715 en la Unidad Minera Chalhuane – 2021*» realizada en la Universidad Tecnológica del Perú. El objetivo del estudio fue optimizar los costos unitarios de perforación y voladura en labores de preparación del NV 1715 en la unidad minera Chalhuane (5). Además, la metodología tiene las siguientes características (5):

- Se concluye que, mejorando el proceso de perforación y voladura, podemos obtener una reducción del S/.121.75, lo que se refleja cómo un 23 % menos de la situación inicial (5).
- Se concluye que, con una nueva malla de perforación y la respectiva distribución de la carga explosiva, se incrementa la eficiencia del avance real en 0.655 metros lineales, lo cual representa un 49 % de incremento que inicialmente era en promedio 1.35 m (5).
- Se puede concluir que la hipótesis propuesta logró reducir costos de manera eficiente y aceptable y de igual manera desarrollar métodos de perforación y voladura (6).

2.2 Generalidades unidad minera Poderosa

2.2.1 Ubicación y accesibilidad

Compañía Minera Poderosa S. A. está situada en la margen derecha del río Marañón, en la provincia de Pataz, departamento de La Libertad - Perú, cuya elevación difiere entre 1467 a 3180 m s. n. m. Cuenta con dos unidades de gestión financiera: unidad minera de Marañón y unidad minera Sta. María.

Este trabajo se centra explícitamente en un cuadrante de impacto situado en la UTM organiza (PSAD 56). Las marcas inferior izquierda y superior derecha del cuadrante son:

- Norte: 9139260 y este: 213710 en el flanco inferior izquierdo y hacia arriba

- Norte: 9141639 y Este: 217461 en la esquina superior derecha del cuadrante referencial.

En la siguiente tabla se adjunta la accesibilidad de la unidad minera Poderosa.

Tabla 2. Accesibilidad unidad minera Poderosa

Accesible desde Lima	Distancia (km)	Vía aérea	Tiempo aproximado
Lima – aeropuerto de Chagual	860	asfaltada	1.50 h
Accesible desde Lima	Distancia (km)	Vía terrestre	Tiempo aproximado
Lima a Trujillo	558	asfaltada	7 h
Trujillo a la unidad minera Poderosa	370	afirmada	15 h
Total	928	Asfaltada y afirmada	22 h

2.2.2 Geología regional

En el distrito de Pataz, las unidades estratigráficas han sido leídas desde hace bastante tiempo por varios escritores de los Geólogos de Compañía Minera Poderosa S.A. además, los exámenes de Wilson y Reyes (1964). (7)

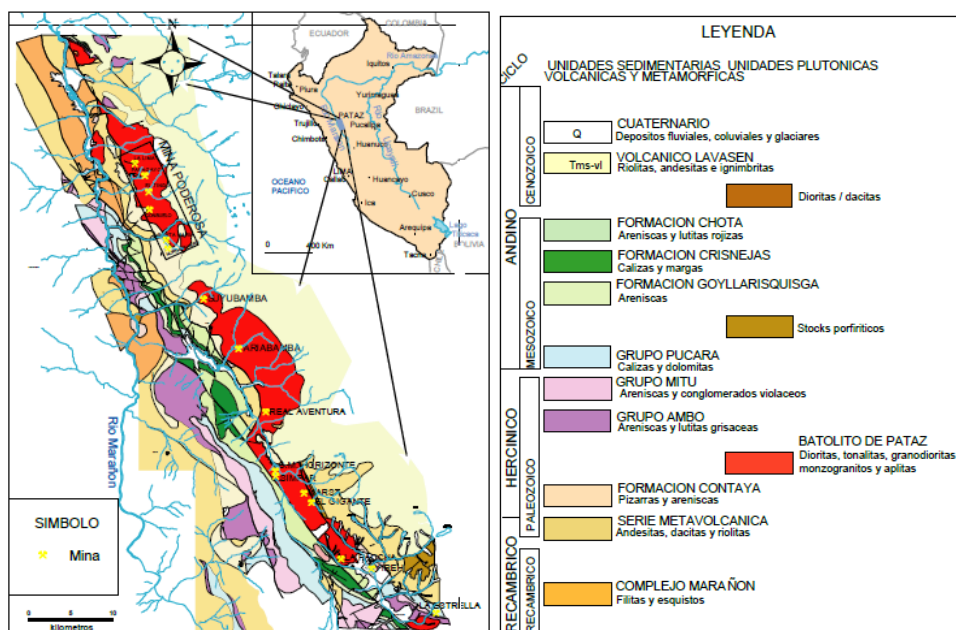


Figura 1. Principales unidades litológica y asientos mineros y mapa geología de Pataz (7)
Tomada del área de Geología unidad minera Poderosa

a) Precámbrico

- **El complejo Marañón (Pe-cm).** Se encuentra disponible a lo largo del valle del río Marañón al igual que en la margen derecha del río Llacuabamba - Parcoy. Se trata de una agrupación polimetamórfica que presenta estilos estructurales distintivos representados por polifases profundamente deformables, está compuesto por tres unidades representadas en inmersión de edades (7) : esquistos de mica, que se encuentran en la parte inferior del complejo, meta volcánico y filitas de naturaleza turbidita (Wilson y Reyes 1964). (7).

Este paquete metamórfico local llega a 1 km de espesor considerando todas las cosas, la edad asignada a este complejo no está grabada en piedra con las rupturas creadas por K \ Ar en 600 Ma. Se le atribuye al Precámbrico por la deformidad realmente local; (Haeberlin Y., et al.2000, Late Almacén de oro orogénico paleozoico en los Andes centrales, América del Sur) relaciona el complejo Marañón con los arreglos transformadores en las Sierras Pampeanas de Argentina donde las series basales fueron transformado durante la Orogenia Pampeana. (7)

Del mismo modo, rupturas cercanas únicas podrían descubrir que el Complejo Marañón comprende un "cinturón de piedra verde" debido a las cualidades petrológicas y la transformación territorial con unidades inferiores de material ultramáfico a partir de las zonas de obducción durante la división de la masa terrestre de Pangea (Paredes J. 2000, la mineralización mesotérmica de oro en el cinturón de piedra verde de los Andes nororientales del Perú) (7).

b) Paleozoico inferior

- **Formación Contaya (O-c).** De edad ordovícica, reposa sobre el complejo Marañón en conflicto rakish (Wilson y Reyes 1964) en algún lugar en el rango de 200 y 600 m, grueso y naturaleza sílice-clástica, era factible decidir una progresión de cuarcitas areniscas enormes y sin brillo, lutitas y, menos significativamente, piedra caliza, la presencia de graptolitos en el centro y sucesión superior de la Contaya demostraría una profunda sedimentación en la región de revisión, los desarrollos del Paleozoico Inferior están representados por un bajo nivel de transformación local, afloramientos en la margen derecha del arroyo de Castillas (7).

No hay marcos de tiempo terrestres que no estén realmente grabados en piedra en el distrito para el Silúrico y Devónico. (7)

c) Paleozoico superior

- **Grupo Ambo (Ci-a).** De la edad del Misisipio (Carbonífero Inferior), este arreglo ocurrió durante un tiempo del último período de tectónica eohercínica creando defectos típicos con hundimientos que se rellenaron con material clástico en condiciones fluviales y deltaicas (7).

Litológicamente, está compuesto por areniscas, lutitas y combinaciones. teniendo un lugar con el Carbonífero Inferior, afloramientos en la parte sur de la Mina Parcoy (región de Mishito) con la presencia de un "techo colgante" o "techo colgante" sobre mentir grano diorítico entrometido (7).

Esta ocasión de distensión estructural produce importantes imperfecciones personales. cuáles serán los campos para la zona de Batolito de Patáz. La distensión y el hundimiento hacia el final del período produjo un vulcanismo desenfrenado que llega hasta el Pensylvanian (7).

- **Volcánico (CsP-v)**

Tiene un amplio transporte en las piezas superiores de la región de revisión, hacia el Este. del Batolito se pueden ver los afloramientos de piroclastos y derrames volcánicos con rocas riolítica a andesítica, edad Carbonífero-Pérmica (7).

- **Grupo Mitú (Ps-m)**

En el Pérmico Superior hay una grave desintegración de los espacios. Criados durante la fase Tardihercínica, entregando el relleno de regiones negativo con arreglos de molas rojas que se movieron por especialistas fluviales Esta reunión se presenta como restos volcánicos hecho principalmente de tobas y viejos aglomerados riolíticos (7).

- **Pérmico superior**

Aflora en el espacio de Pílancones, Pampa Espino (Potacas). Este rompimiento y vulcanismo describe un sistema de tranquilidad en todo el planeta a finales del Paleozoico y Mesozoico temprano (7).

d) Triásico - Jurásico

- **Grupo Pucará (TrJi-p)**

Resultado de la sedimentación marina, se compone de agrupaciones de calizas tenues y carbonáceas, con presencia de protuberancias de pedernal, calizas mezclado con lutitas, dolomitas, margas y areniscas calcáreas (7). Es compuesto por 2 desarrollos:

- ✓ **Formación Chambará (Tr-ch)**

Es el arreglo inferior del grupo Pucará, está compuesto por calizas de sombreado tenue a opaco salpicado con calizas bituminosas y piedra caliza dolomítica (7).

- ✓ **Formación Aramachay y Condorsinga (Ji - ar-c)**

Estas agrupaciones están representadas por la presencia de niveles de *chert* en el top de los desarrollos. En el espacio de Patáz estos desarrollos han sido objeto de investigaciones excepcionales en la búsqueda de pórfidos o órganos de sustitución obteniendo resultados aceptables en una primera etapa, particularmente en la región de Chilia (7).

e) Cretácico

- **Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)**

El Cretácico en Perú está bien desarrollado, muestra secuencias completas en el norte y centro del territorio, sin embargo, en el área de estudio el afloramiento no es bien reconocidos en todas sus formaciones, sus ejes de plegado se encaminan en un sistema común al sistema andino. Consta de cuatro formaciones diferentes en su litología y secuencia depositacional, Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. (7).

- **Formación Crisnejas (Ki - cr)**

Litológicamente, consta de una secuencia de calizas, areniscas calcáreas y margas. El contacto inferior y superior están en discordancia erosiva en las

areniscas del Grupo Goyllarisquizga y sedimentos clásticos de la Formación Chota respectivamente. Se le asigna una edad de Medio Albiano, sale a la luz ampliamente en la zona de Pampa Espino, en el Cerro Piletas, NE y SO de la zona de estudio (7).

- **Formación Chota (KsP - ch)**

Está formado por una serie de coberturas de medio continental que afloran en el sector este del área de estudio, como capas rojas compuestas de conglomerados, areniscas, lutitas y limolitas de color rojo intenso, se encuentra en Disconformidad erosional con la Formación Crisnejas. Se le asigna una edad de Medio Albiano, aflora ampliamente en la zona de Pampa Espino, en la colina Piscinas, NE y SO del área de estudio. (7)

- **Depósitos cuaternarios (Qr - al)**

Los depósitos acumulados en el Cuaternario son principalmente eluvial-fluvial y aluvial. Los depósitos eluviales y coluviales, que son presentes en la zona, son productos de la descomposición de las rocas insitu (principalmente las rocas de la formación Chota) (7).

Los depósitos aluviales están localizados en las quebradas y faldas de los Cerros (7).

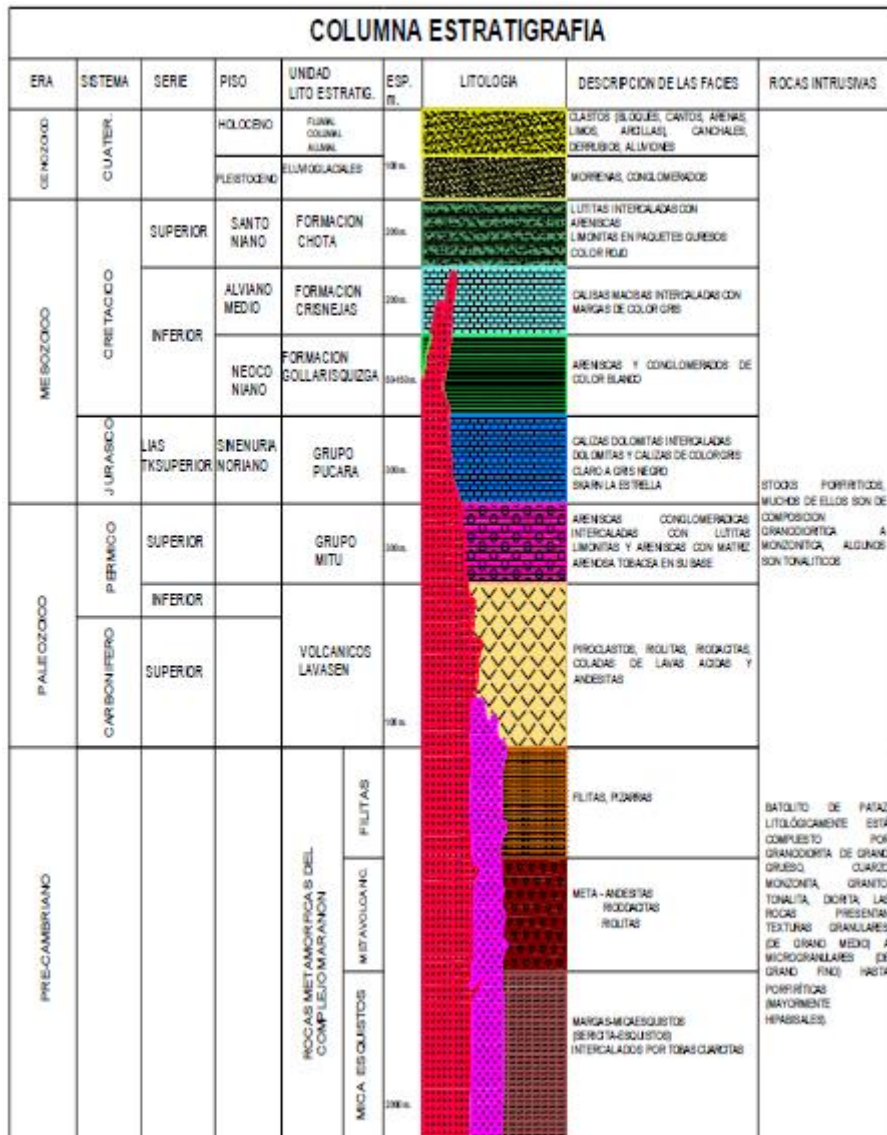


Figura 2. Columna lito-estratigráfica de la región de Pataz (7)
Tomada del área de Geología unidad minera Poderosa

2.2.3 Geología estructural

Geología de la mineralización y batolito de Pataz como roca, en esta sección presentará una encuesta, en igualdad de condiciones, con respecto a las venas auríferas conectadas o insertadas en cuerpos, en consecuencia, como el tema particular en la región de revisión: los objetivos, de la topográfico provincial y mineralización percibida hasta el inicio del trabajo. (7)

a) Geología estructural

La tienda Poderosa tiene un sólido control subyacente a nivel territorial, área y vecindario, con marcos de deficiencias y grietas que se repiten en varias escalas y

controló el sitio del batolito Pataz y más tarde la mineralización y área espacial de brotes metálicos (7).

Provincialmente, las venas poseen estructuras de segunda y tercera solicitud hacia la caja en la azotea de un lineamiento de rumbo NNW significativo, a lo largo del borde al oeste del batolito de Pataz. Esta importante regla se acepta tal vez del Proterozoico y se relaciona con una puntada que se reactivó ocasionalmente durante ocasiones estructurales resultantes, que durante fases de mineralización deberían haber funcionado como canal principal para la mineralización de líquidos acuosos (7).

Los defectos principales son subverticales y tienen un rumbo de N a NW, sin perjuicio de un montón de deficiencias cruzadas situadas cerca de la E-W, que son secante a estructuras mineralizadas. A nivel regional y cercano, observe los diseños mayores y menores (7).

- **Cambio hidrotermal**

Para lograr una comprensión mundial del sitio mineral en las estructuras predefinidas es crucial para conocer los cambios acuosos que conducen al área del centro de mineralización y que no solo se llena como un complemento central de la comprensión hereditaria, pero más bien sumado al control primario, configura un importante aparato de investigación (7).

- **Ajuste del tipo de silificación**

Comprende el metasomatismo y el relleno de microfracturas de sílice o cuarzo. (SiO₂) de una roca huésped y se entrega a una temperatura entre 300 ° - 500 ° C se ve en las cajas y dentro de la vena, se describe por la destrucción total de la primera mineralogía (7).

b) Geología de la mineralización

La mineralización de oro, considerando dos factores vitales, por ejemplo, el clima estructural y la profundidad de la corteza. En consecuencia, se caracteriza que la mineralización se forma en entornos de expansión combinado de acumulación de segmentos circulares que son reunidos bajo el nombre de "orogénico" (7).

Si bien estos límites permiten una caracterización hereditaria de los tipos de mineralización, esto se encuentra como una clase regular que se puede percibir en los dos tipos extraordinarios de condiciones y en todas las profundidades de la cubierta. Serán estos almacenes de venas instalados en intrusivos (7).

Sea como fuere, el trabajo de los intrusivos en la preparación de “vetas de oro facilitadas en intrusivas” es que la interrupción es por así decirlo un repositorio ideal. por otro lado, si la mineralización es el resultado de líquidos magmático identificado con interrupción (7).

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Descripción del método de minado por corte y relleno

El mineral se extrae mediante cortes horizontales o vertical comenzando en la parte inferior del tajeo y avanzando hacia arriba. “En el momento en que se realiza la extracción del mineral del primer corte, el volumen a rellenar correspondiente con el material estéril (relleno), que sirve como piso de trabajo para los trabajadores y al mismo tiempo permite soportar los hastiales” (8).

En este método es versátil porque se puede realizar el cambio de minado, la aplicación de este método de minado se desarrolla en aquellos yacimientos donde las cajas no son confiables y la caracterización geomecánica de rocas no es buena. La altura máxima de trabajo entre cada corte es de 2.5 a 3 metros, el control para el sostenimiento es factible utilizar shotcrete, perno y malla electrosoldada para evitar derrumbes (8).

a) Parámetros

- ✓ Se debe considerar un buzamiento considerable (9).
- ✓ Potencia moderada aceptable (9).
- ✓ Mineral con potencia reducida (9).
- ✓ Hastiales con irregular y macizo rocoso no competentes (9).
- ✓ Ley de mineral alto (9).

b) Ventajas y desventajas:

• Ventajas:

- ✓ Recuperación está cerca del 100 % (9).
- ✓ Es excepcionalmente específico, ya que se realiza el circado en la extracción de mineral (9).
- ✓ Es un método de minado versátil (9).
- ✓ Puede llegar a un nivel alto de mecanización (9).
- ✓ Es recomendable para yacimientos con un tipo de roca mala a un tipo regular (9).

• Desventajas:

- ✓ Mayor costo de operación en la explotación (9).
- ✓ Mínimo rendimiento de la producción de mineral, debido a la actividad del relleno (9).
- ✓ Alta adquisición de materiales para el sostenimiento (9).

2.3.2 Ciclo minero

a) Perforación

Para este método de minado se puede realizar la perforación de taladros horizontales, verticales e inclinadas:

- Para la situación de taladros horizontales, verticales, se utiliza en general en tipos de roca suave para tener un buen control al techo de la labor (9).
- Para la perforación de los taladros verticales, se aplica en rocas duras y con barrenos de perforación de 4 y 6', la ventaja que tiene que dejar suficiente área de trabajo para que la perforación se realice en el menor tiempo (9).
- Para la perforación inclinada, es más rentable y ventajosa la perforación vertical, ya que se realiza de manera efectiva (9).

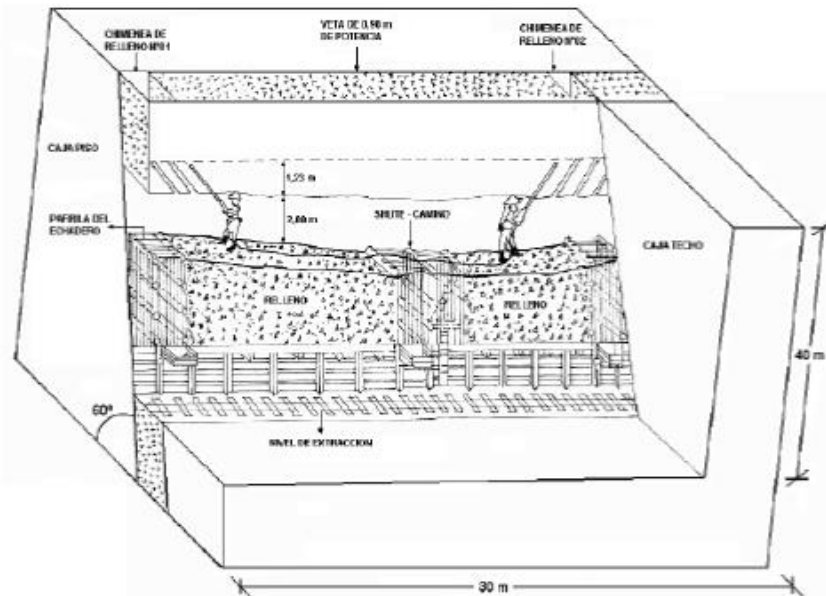


Figura 3. Perforación convencional - cut and fill
Tomada de Explotación subterránea métodos y casos prácticos (9)

b) Limpieza de minerales

El mineral roto procedente del disparo:

- **Con pala de mano:** ya sea lanzando directamente el mineral a los echaderos de evacuación o el llenado de camiones de la UE se vacían en dicho Ore Pass (10).
- **Con Winche:** consiste en jalar el mineral a través del winche a los Ore Pass (10).
- **Con LHD:** en el método mecanizada y cuando el corte del tajeo es de potencia amplia los equipos LHD acarrear el mineral a los Ore Pass (10).

c) Extracción y transporte – cut and fill

Extracción desde el Ore Pass de mineral a la tolva del mineral mediante:

- ✓ Equipo sobre rieles.
- ✓ Scooptrams de capacidad mayor

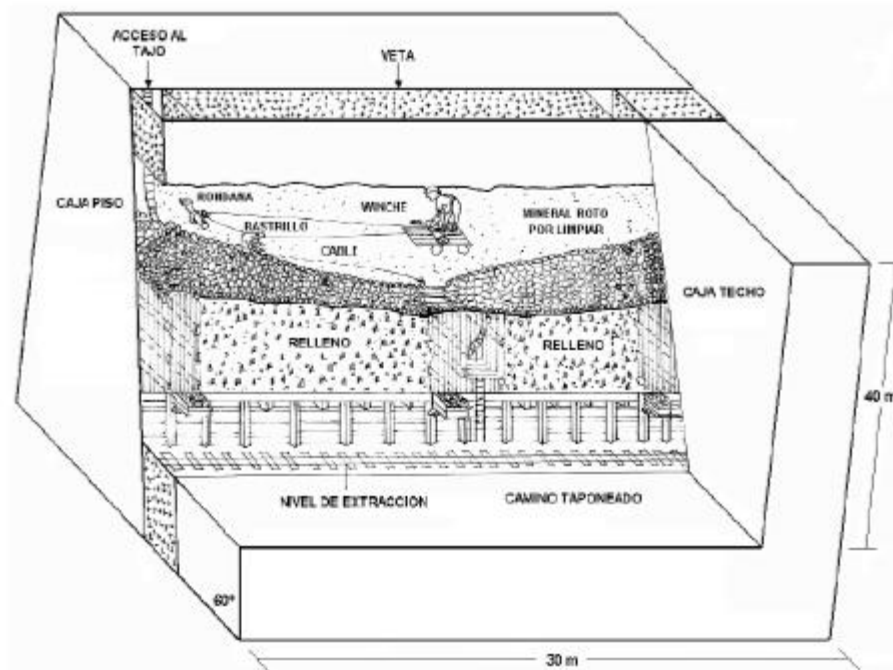
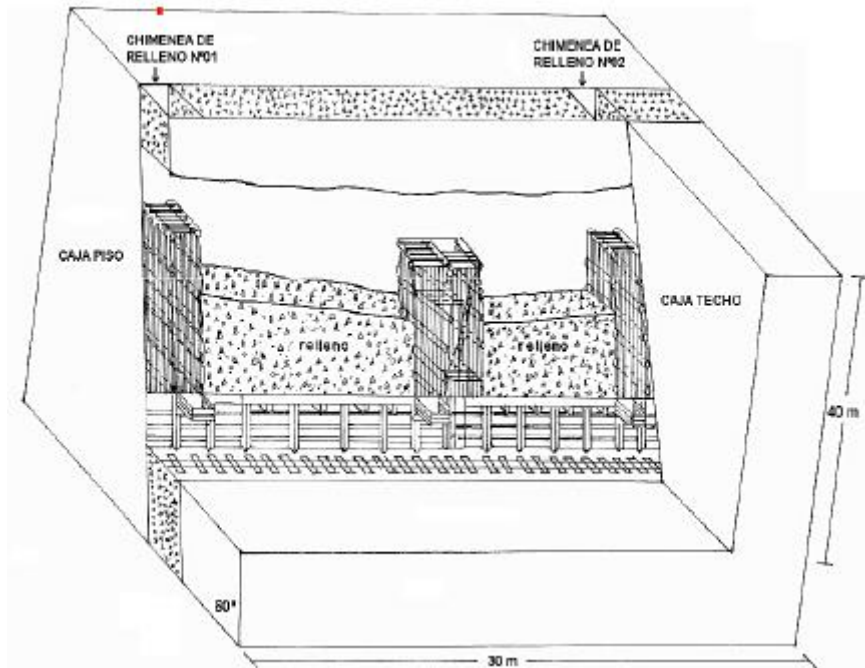


Figura 4. Limpieza de minerales con cabrestante
Tomada de Explotación subterránea métodos y casos prácticos (9)

d) Relleno – cut and fill

Para el relleno el material está compuesto por roca estéril, que procede de las operaciones disponibilidad de las labores de mina, en preparación o desarrollo (Relleno Detrítico), además también puede ser con materiales de arena y relave con agua lo cual tiene una textura ideal, lo cual se traslada a mina (Relleno Hidráulico), también se emplea el hormigón para conseguir una superficie de trabajo mayormente estable (9).

- El relleno hidráulico: consiste en mover un relleno de material granulado fino con relave o también la producción de hormigón para ser transportado hacia el tajeo por medio de tuberías (9).
- El relleno detrítico: material estéril, extraído de los trabajos de preparación y desarrollo (9).



**Figura 5. Preparación de los tajeos y enmaderado de los chutes a rellenar – cut and fill
Tomada de Explotación subterránea métodos y casos prácticos (9)**

2.4 Etapas previo al minado corte y relleno ascendente

2.4.1 Etapa de preparación y desarrollo

Son todos los trabajos realizados para el minado para ello se tiene que realizar las labores como son:

- ✓ Las galerías
- ✓ Nivel
- ✓ Sub niveles
- ✓ Chimeneas

Sirven para delimitar el tajeo determinado se pasa a dejar un puente de seguridad de entre 2 metros a 5 metros desde la galería principal, se realiza los trabajos del subnivel y chimeneas, también que serán usados como accesos y después se realizaran el armado de las tolvas que se utilizan para vaciar el mineral, ya sea en convoy o en equipo mecanizado (11).

2.4.2 Desarrollo de galerías

En la labor de sección de 2,40 m por 2,40 m, se realizan con 4 pies, a fin de comunicar al tajeo y poder realizar el minado por el método de corte y relleno (11).

2.4.2.1 Equipos de perforación

Los equipos de perforación utilizados son manuales de perforación neumática Jackleg RNP S83, que están provistos de 2 sopladores diesel Chart Copco de 186 CFM, los equipos de perforación están situados en los distintos niveles donde se realizan los trabajos de desarrollo, con taladros de 3 y 5 pies (12).

Tabla 3. Parámetros para galería

GALERIA	
Seccion (mts)	2.1 x 2.1
Avance (mts)	1.4
Tiempo perforacion (hrs)	2.3
Nº de taladros	33
Nº de taladros de alivio	3
Eff. Perforacion	95%
Long. De perforacion (mts)	1.5
Seccion (mts)	4.41
volumen (mts 3)	5.95

**Tomada de Análisis geomecánico para seleccionar el tipo de sostenimiento en la Cía.
Minera Poderosa S. A.**

2.4.2.2 Equipo manual perforadora Jackleg

Es una perforadora manual con una barra de avance que se utiliza para la perforación de taladros horizontales e inclinadas, se utiliza básicamente para los trabajos de desarrollo y preparación de galerías, subniveles, taludes y pozos en la minería tradicional (12).

Tabla 4. Especificaciones técnicas de la perforadora manual Jackleg RNS83FX-FL7

ESPECIFICACIONES	US/IMP	MÉTRICO
Diámetro del Cilindro	3.00"	76.2 mm.
Carrera del Pistón	2.50"	63.5 mm.
Frecuencia de Impacto	2 500 bpm	2 500 gpm.
Long. De la Perforadora	27.25"	692 mm.
Torque	90 lbs-ft	122 Nm
Revoluciones	250 rpm	250 rpm
Consumo de Aire (90 PSI)	110 cfm	51.9 lit. /seg.
Peso de la Perforadora (incluye el empujador)	117.07 lbs	53.10 kg.
Peso de la Perforadora	73.41 lbs	33.30 kg
Peso del Empujador	43.65 lbs	19.8 kg
Long. Del Empujador Contraído	73.00"	1 854.2 mm.
Long. Del Empujador Extendido	128"	3 251 mm.
Dimensiones del Barreno	0.866" X4.25"	22 x 108 mm.

Tomada de RNP México Perfomex Perú S.R.L

2.4.2.3 Partes principales de una máquina perforadora

Cada máquina de perforación está dividida en tres partes principales: la parte frontal, la parte cilíndrica y el cabezal; estas tres secciones se combinan mediante dos tornillos largos con tuercas llamados tirantes (12).

2.4.2.4 Accesorios de perforación

a) Consideraciones para elegir varillaje cónico o integral

- El varillaje cónico brinda una mayor velocidad de penetración (12).
- El control logístico que requieren las brocas cónicas es bastante exigente (12).
- No se recomienda el uso de varillaje cónico en terrenos demasiado deleznales, en donde el taladro tenga derrumbes (12).
- El mercado nacional tiene mayor afinidad y costumbre en el uso de barrenos integrales (12).
- Esto también se debe en parte a que no se conocen a profundidad las bondades técnicas del varillaje cónico (12).

b) Entre los accesorios de perforación tenemos:

- **Barras cónicas**

Es la varilla de acero que tienen el objetivo de transmitir el golpe a la roca a través de la broca, estas varillas por lo general el juego de barras, se empieza a perforar con el patero de patero de 4', seguidor de 6' y pasador de 8 (13).

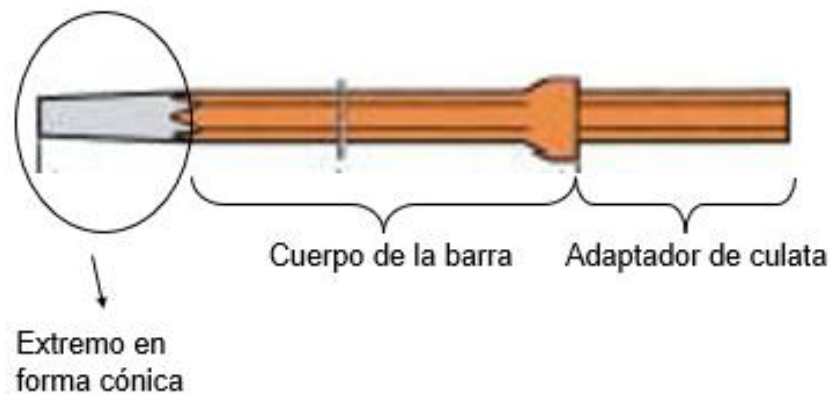


Figura 6. Partes de la barra cónica
Tomada de Rock Drilling Tools (RDT), por EPIROC PERU S. A. 2018 (14)

En siguiente figura se muestra las características generales de las barras cónicas

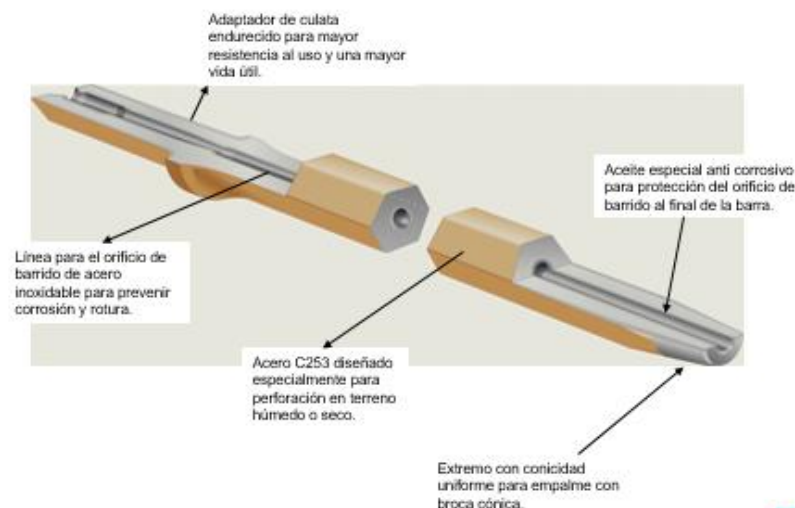


Figura 7. Características generales de las barras cónicas
Tomada de Rock Drilling Tools (RDT), por EPIROC PERU S. A. 2018 (14)

- **Brocas descartables**

Son los componentes del cuerpo del taladro que juegan con la trituración de la roca, el taladro que está en contacto con la roca es un metal de carburo de tungsteno y cobalto, que puede ser de 36 - 37 mm a más (13).

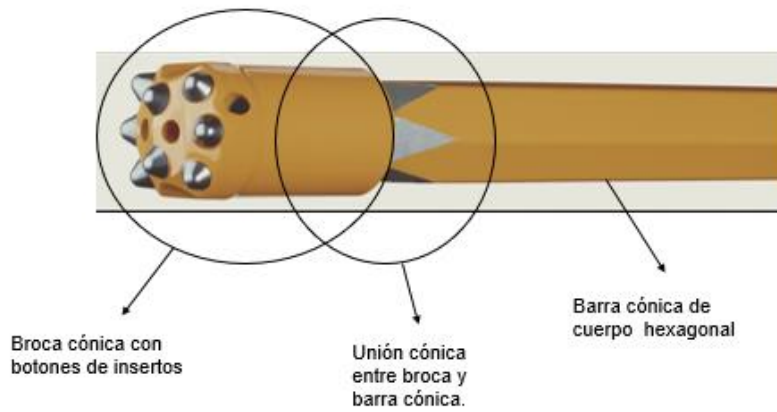


Figura 8. Acople de barra y broca cónica
 Tomada de Rock Drilling Tools (RDT), por EPIROC PERU S. A. 2018 (14)

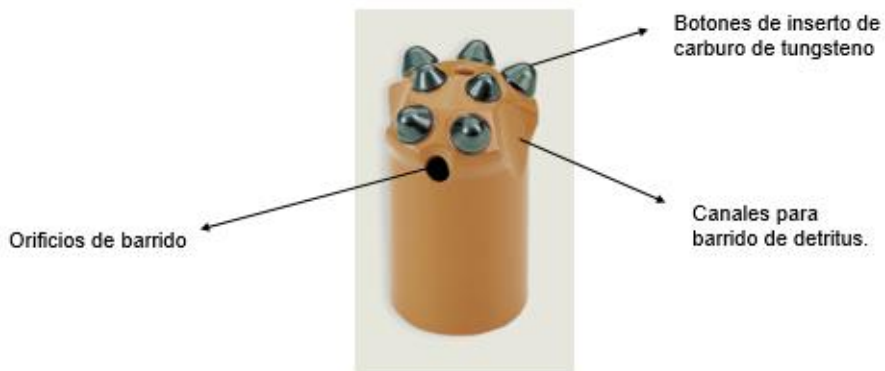


Figura 9. Partes de broca cónica
 Tomada de Rock Drilling Tools (RDT), por EPIROC PERU S. A. 2018 (14)

c) Importancia de la conicidad

Las barras cónicas requieren ser empatadas con brocas cónicas cuya conicidad sea la misma.

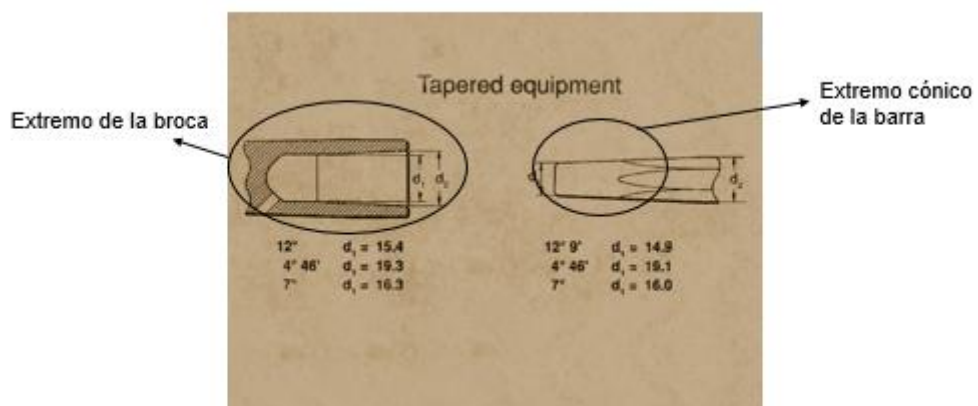


Figura 10. Descripción de la conicidad
 Tomada de Rock Drilling Tools (RDT), por EPIROC PERU S. A. 2018 (14)

d) Máquina perforadora Jackleg

Esta perforadora presenta 4 partes fundamentales:

a) Frontal:

- ✓ Bocina: tiene por objeto recibir la espiga del barreno y hacerla girar (12).
- ✓ Grampa: posee 2 resortes y que están en el extremo del frontal y cuyo objetivo es sujetar el barreno (12).
- ✓ Pistón: aquel que golpea al extremo o culata del barreno (12).
- ✓ Orejas: sirven de ajuste de las tuercas de los tirantes (12).

b) Cilindro:

- ✓ Orificio: por donde sale el aire después de haber puesto en movimiento el pistón en el interior (12).
- ✓ Dos guías laterales: se encuentran en ambos costados que sirven para ensamblar los tirantes (12).

c) Cabeza:

- ✓ Conexiones: son las conexiones del agua y aire.
- ✓ Válvula de mando: sirve para poner en funcionamiento la máquina perforadora o también para soplar el taladro (12).
- ✓ Aguja para agua: se introduce por la misma máquina por el extremo mismo del cabezal y va asegurado por un tapón con roscas, el agua recorre la aguja a lo largo de la máquina por la central de ésta hasta llegar a la espiga del barreno (12).
- ✓ Dos orejas: en la cabeza también se hallan las dos orejas de ajuste de los tirantes (12).
- ✓ Manilla o empuñadora: sirve para sujetar la máquina perforadora.
- ✓ Pie de Avance: parte adicional de la máquina y consiste en un cilindro o tubo con un pistón dentro, teniendo en el extremo inferior una uña y una punta que sirve para apoyarse en el terreno (12).

e) Scooptram

- ✓ Marca: ARAMINE
- ✓ Modelo Nro.: L110E

- ✓ Serie Nro.: 4790
- ✓ Motor Nro.: AV537
- ✓ Capacidad: 2950 kg/ 6500 lb.
- ✓ Cuchara: 3.5 yd³
- ✓ Peso total con carga: 10,079 kg/ 22,220 lb.



Figura 11. Equipo Scooptram de 3.5 yd³

f) Herramientas y materiales

- ✓ Juegos de barrenos: se pueden encontrar de 2", 4", 6" y 8" (12).
- ✓ Barretillas: utilizadas para el desatado, éstas vienen de diferentes tamaños dependiendo del tamaño de la sección. Se pueden encontrar de 4', 6', 8' y 10' (12).
- ✓ Plataforma de perforación: utilizada para cuando el maestro perforista deba perforar taladros a una altura mayor de la que éste pueda trabajar.
- ✓ Juego de llaves Stylson: utilizadas para ajustar o desajustar las diferentes máquinas presentes y que intervengan en la actividad (Ajustan o desajustan las válvulas de aire, agua que llegan hacia la pala o Jackleg).
- ✓ Saca barrenos: utilizada para ajustar o aflojar los barrenos que tienden a atascarse en los taladros debido a la percusión por la Jackleg (12).
- ✓ Cucharillas: utilizadas para retirar todo el detrito y/o pequeña carga dentro del taladro.
- ✓ Chaira: utilizada para poder rajar los cartuchos de dinamita y lograr una mayor fuerza de choque (12).
- ✓ Punzón: utilizado para poder cebar los cartuchos de dinamita.

- ✓ Atacadores: utilizados para poder confinar las dinamitas dentro del taladro y eliminar espacios (12).
- ✓ Pico y lampa: herramientas que tiene diferentes usos, desde la limpieza de mineral hasta la realización de cunetas (12).
- ✓ Comba y punta: herramientas utilizadas para la colocación de elementos de sostenimiento como puntales de seguridad (12).

g) Sostenimiento

a) Pernos cementados o con resina

Consiste en una varilla de fierro o acero, con un extremo biselado, que es confinado dentro del taladro por medio de cemento (cartuchos inyectados), resina (cartuchos) o resina y cemento. El anclaje entre la varilla y la roca es proporcionado a lo largo de la longitud completa del elemento de refuerzo, por tres mecanismos: adhesión química, fricción y fijación, siendo los dos últimos mecanismos los de mayor importancia, puesto que la eficacia de estos pernos está en función de la adherencia entre el fierro y la roca proporcionada por el cementante, que a su vez cumple una función de protección contra la corrosión, aumentando la vida útil del perno. Los más utilizados son la varilla de fierro corrugado (20 mm diámetro) y la barra helicoidal (22 mm diámetro).

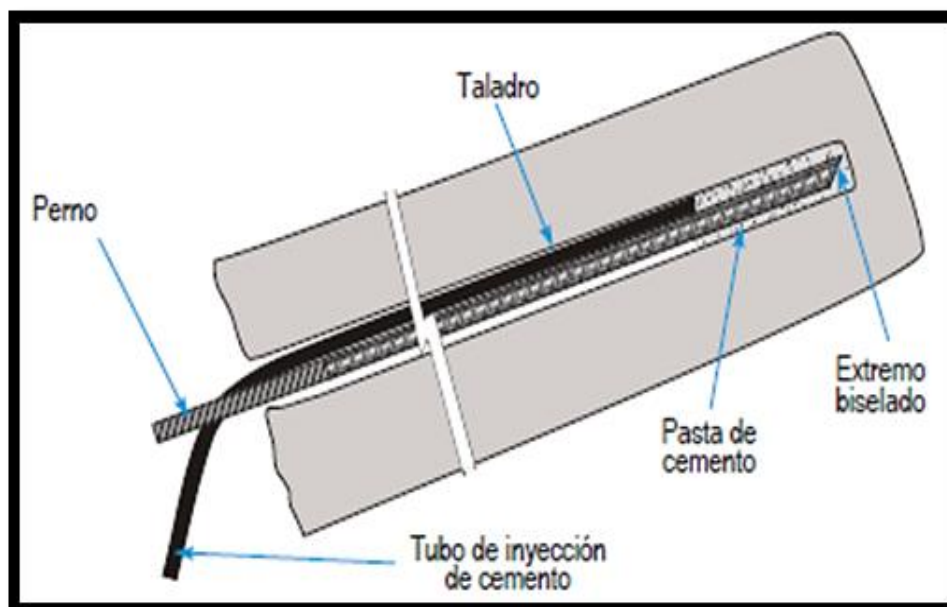


Figura 12. Utilización de la varilla de fierro corrugado en el sostenimiento

b) Split sets

Consiste en un tubo ranurado a lo largo de su longitud, uno de los extremos es ahusado y el otro lleva un anillo soldado para mantener la platina. Al ser introducido el perno a presión dentro de un taladro de menor diámetro, se genera una presión dentro de un taladro de menor diámetro, se genera una presión radial a lo largo de toda su longitud contra las paredes del taladro, cerrando parcialmente la ranura durante este proceso.

La fracción en el contacto con la superficie del taladro y la superficie externa del tubo ranurado constituye el anclaje, el cual se opondrá al movimiento o separación de la roca circundante al perno, logrando así indirectamente una tensión de carga.

c) Malla electrosoldada

Consiste en una cuadrícula de alambres soldados en sus intersecciones, generalmente de #10/08, con cocadas de 4"x4", construidas en material de acero negro que pueden ser galvanizada. La malla viene en rollos o planchas. Los rollos tienen 25 m de longitud x 2.0 m de ancho y las planchas usualmente tienen 3.0 m de longitud x 2.0 m de ancho.

2.4.2.5 Voladura y explosivos

La voladura se realiza de forma sucesiva, efectiva y versátil, donde se sigue un orden de salida tras el encendido del arranque que hará explotar las cargas explosivas de los taladros para que las caras libres trabajen con la rotura de la roca, los explosivos utilizados son Semexsa 65% explosivo de la organización EXSA, la carga de la columna explosiva consta de 6 cartuchos, se utiliza utilizando fulminante N°11 que se asocia con línea de explosión y mecha de rápida para la iniciación (12).

Tabla 5. Característica técnicas dinamita Semexa

Producto EXSA	Cart/caj	Kgr/cart	densidad	vel.
	a		gr/cm ³	Deton(m/seg)
semexa 65% de 7/8" por 7"	308	0.08177	1.12	4200

Tomada de EXSA

a) Avance lineal

Se puede lograr depende en gran medida de la habilidad del perforador y del paralelismo del taladro (15). En cualquier caso, se empieza por la parte delantera y en este caso el ancho de la pieza es limitado, Esto significa que la profundidad máxima del fuego que se puede alcanzar desde el frente en un solo disparo es igual al ancho de la rampa, galería, cruce, etc. (15) Esta regla se basa en "cuña", "alimentador" en V. Es por eso por lo que muchas minas ya no perforan como se llama este tipo de alimentadores o cadenas. El progreso depende de los siguientes factores:

- ✓ Las fracturas: si la entrada del lanzador se acerca de manera intermitente, esto puede provocar fugas de gas, lo que puede afectar el progreso del trabajo si hay grietas en el suelo (15) Para ello, es necesario aplicar una carga antes y después de la rotura, de ahí la necesidad de medir bien la profundidad de la perforación. También ya sabemos que es deseable que los agujeros estén cuadrados para estas roturas. Se debe usar un tapón inerte (arcilla) para compensar las fugas de gas (15).

- ✓ El tiempo disponible: la eficiencia del equipo y la eficiencia del trabajo de excavación para completar todo el pozo a la longitud requerida son importantes (15).

CAPÍTULO III

MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Método y alcances de la Investigación

3.1.1 Método general o teórico de la investigación

a) Método general

El método científico es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo (16).

Por ello en esta investigación se empleó el método científico, porque se desarrolló a partir de datos empíricos como la información general de geología, geomecánica y el análisis y evaluación del área de operaciones, de acuerdo con la programación de planeamiento, para luego registrar el resultado de la perforación y voladura realizada en campo, controlando parámetros de perforación y voladura, para incrementar el avance lineal de la Galería 2450 N, de la veta Consuelo.

b) Método específico

El método específico utilizado fue el método experimental deductivo, según Sampiere lo define como a partir de la descripción y explicativo en esa situación de la realidad se realiza un cambio afectará de manera significativa los resultados.

Mediante el control de los factores de perforación y voladura, realizando el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, ayudara a aumentar el

avance lineal y reducir el costo por metro de avance lineal de la Galería 2450 N, de la Veta Consuelo.

3.1.2 Alcance de la investigación

a) Tipo de investigación

Sampieri define a la investigación aplicada, como una “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza por aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos, así como se adquieren nuevos.

Es aplicativo, porque el objetivo de la investigación es determinar la influencia de la evaluación de los parámetros de perforación y voladura, para aumentar el avance lineal de la Galería 2450 N, de la Veta Consuelo, mediante el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura.

b) Nivel de investigación

Muñoz en su libro titulado “Los alcances de una investigación” da a conocer que el nivel explicativo, se orienta en el desarrollo de las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, se centra en dar sentido por qué se produce el fenómeno y en qué condiciones se produce, o por qué están conectados al menos dos variables (17).

Es explicativo, porque se evidenciará que el avance obtenido, no es el ideal, que está generando retrasos en los trabajos de desarrollo, demostrar que, tras el cambio de la longitud de taladro, se incrementara el avance lineal de la Galería 2450 N, de la Veta Consuelo, mediante el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, verificando los resultados obtenidos en campo de la optimización y mejora de la perforación y voladura.

3.2 Diseño de la investigación

Es experimental.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Todas las labores de desarrollo de la veta Consuelo, de la Cía. Minera Poderosa S. A.

3.3.2 Muestra

La galería 2450 N de la veta Consuelo, de la Cía. Minera Poderosa S. A.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos.

- ✓ Observación: se realizará la recolección de datos in situ, mediante la técnica observacional y procesamiento de datos actuales, de la perforación y voladura de la galería 2450 N, de la veta Consuelo.

Para la investigación se utilizará como instrumento de campo: cuaderno de notas, planos, flexómetro, y herramientas de gestión de la Cía. Minera Poderosa S. A.

- ✓ **Recopilación:** recolección de datos de la perforación, factores y parámetros, control de uso y consumo, utilizando programa Excel, y hacer uso de tesis, libros y laptop para el procesamiento de los datos.

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.

- ✓ Informes
- ✓ Publicaciones
- ✓ Tesis
- ✓ Planos
- ✓ Fichas
- ✓ Libros
- ✓ Internet
- ✓ PC.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Mejora del avance lineal de la galería 2450 N para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

4.1.1 Caracterización geomecánica de la galería 2450 N para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.

En la galería 2450 N se encuentra en la veta Consuelo, esta labor de desarrollo ayuda con el minado de esta veta. El estudio geomecánico ayudará a determinar el tipo de roca en el que se encuentra la galería 2450 N, lo que contribuirá realizar el mejoramiento de los parámetros de perforación y voladura en el diseño de la malla para los frentes de avance.

4.1.1.1 Evaluación geomecánica de la veta Consuelo de la galería 2450 N

La galería principal 2450 N se encuentra en roca diorita, con alteraciones, con RMR 50 - 55, catalogado de acuerdo con el GSI como un macizo rocoso regularmente Fracturado (F/R), en la siguiente tabla se muestra la caracterización geomecánica del macizo rocoso de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa

Tabla 6. Caracterización geomecánica del macizo rocoso de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa

SISTEMA RMR												
PARÁMETROS			VALOR	RANGO							VALOR	
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			50	>250 (15)	100-250 (12)	50-100 (7)	X	25-50 (4)	<25(2) <5(1) <1(0)	7		
RQD (%)				90-100 (20)	75-90 (17)	50-75 (13)	X	25-50 (8)	<25 (3)	8		
Espaciamiento de discontinuidades (cm)				>2m (20)	0,6-2 m (15)	0,2-0,6m (10)	X	0,06-0,2m (8)	< 0,06m (5)	8		
CONDICIÓN DE DISCONTINUIDADES												
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Persistencia	<1m long. (6)	1-3 m Long. (4)	X	3-10m (2)	10-20 m (1)	> 20 m (0)	2	
D1	45	230	3	Abertura	Cerrada (6)	<0,1mm apert. (5)	X	0,1-1,0mm (4)	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	4	
D2	28	145	4	Rugosidad	Muy rugosa (6)	Rugosa (5)	X	Lig.rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla (0)	3	
D3	78	110	5	Relleno	Limpia (6)	Duro < 5mm (4)	X	Duro> 5mm (2)	Suave < 5 mm (1)	Suave > 5 mm (0)	2	
				Alteración	Sana (6)	Lig. Intempe. (5)		Mod.Intempe. (3)	X	Muy Intempe. (2)	Descompuesta (0)	2
Agua subterránea					Seco (15)	X	Humedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Fijo (0)	10	
Orientación											-5	
					$RMR_{89} \text{ (Básico)} =$ $RMR_{89} \text{ (Corregido)} =$ $RMR'_{89} \text{ (Condiciones Secas)} =$						46	
											41	
Condiciones secas											51	
JRC (BARTON BANDIS)				RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	III A		
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA			

Tomada del área Geomecánica Poderosa (18)

Tabla 7. Resumen de la caracterización geomecánica del macizo rocoso de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa

Labor	Buzamiento	Tipo de Roca	Evaluación del GSI			Evaluación de Bieniawski		
			Mineral	Caja techo	Calidad	RMR	Calidad	Tiempo
GL 2450 N	56	Regular III A	F/R	F/B	Regular	55 - 50	Regular	inmediato

Tomada del área Geomecánica Poderosa (18)

Interpretación:

Según la tabla se muestra la caracterización geomecánica de la galería 2450 en el cual se tiene una roca de un tipo Regular "A" III A por consecuencia se realiza un sostenimiento con malla de 4" x 4" no galvanizada y barra helicoidal de 7 pies, intermediando con slip set de 7 pies, distribución de pernos en cocada.

En la siguiente figura, se muestra el análisis geomecánico de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa.

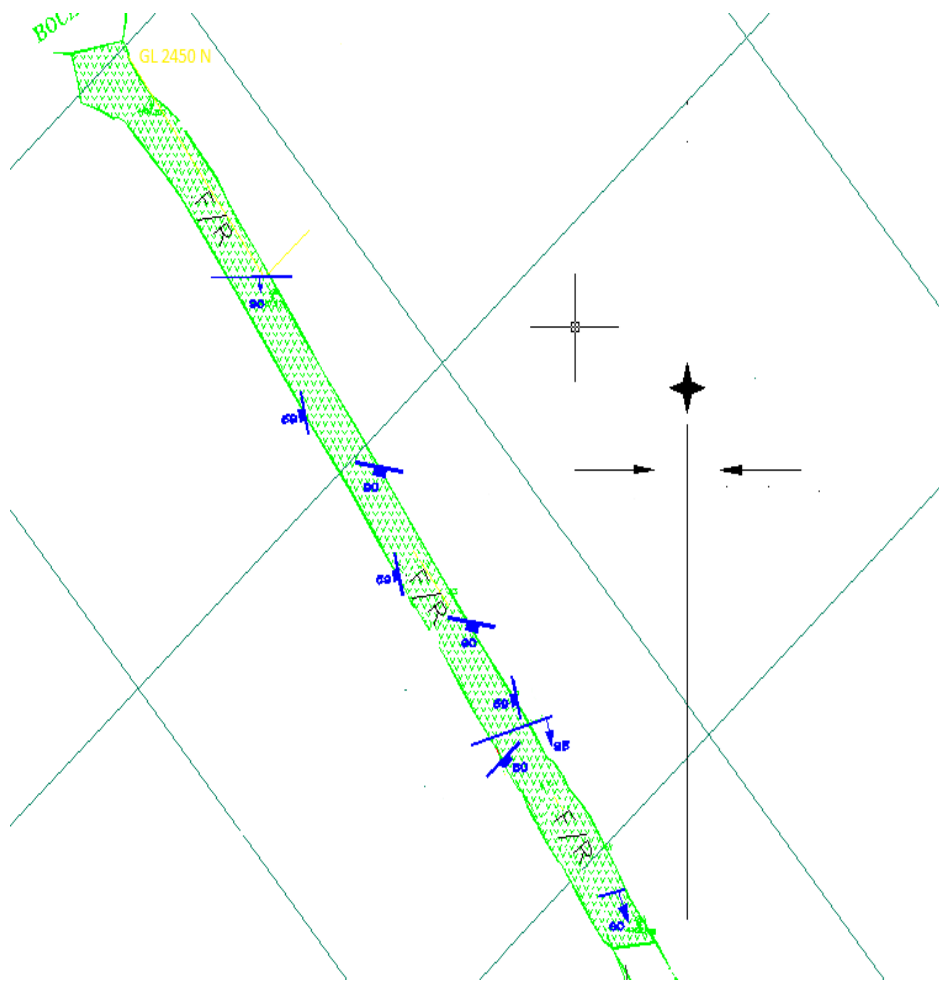


Figura 13. Análisis geomecánico de la galería 2450 N, de la veta Consuelo de la unidad minera Poderosa

En el anexo 2, se muestra el mapeo geomecánico por celda de la galería 2450

4.1.1.2 Diseño de la perforación y voladura de la galería 2450 N para mejorar los factores y parámetros de perforación y voladura

Para el análisis del disparo de acuerdo con la mejora de los parámetros de perforación y voladura se evaluó el análisis en dos escenarios el actual y el escenario optimo después de realizar las mejoras realizadas como se muestra en la siguiente sección.

a) Escenario actual

Para analizar las deficiencias en el escenario actual se realizó la evaluación del diseño de malla de perforación y voladura a fin de evaluar las deficiencias que tuvo como resultado el disparo.

En la siguiente figura se muestra el diseño de la malla de perforación y voladura del arranque de la galería 2450 del ensenarlo actual

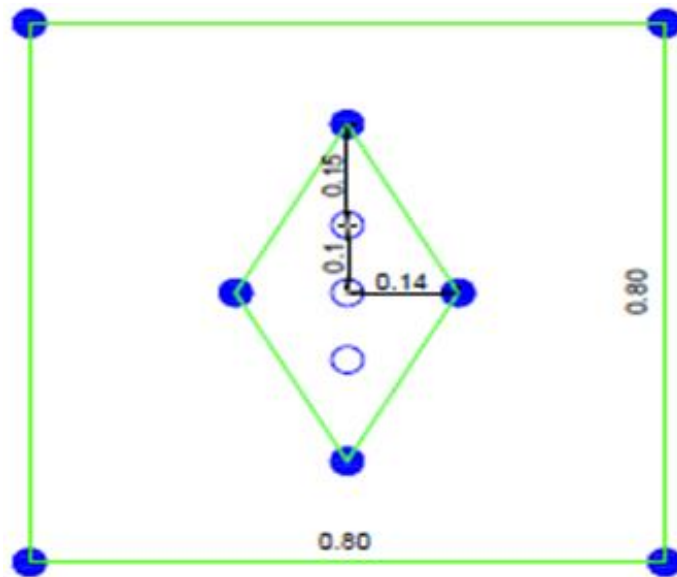
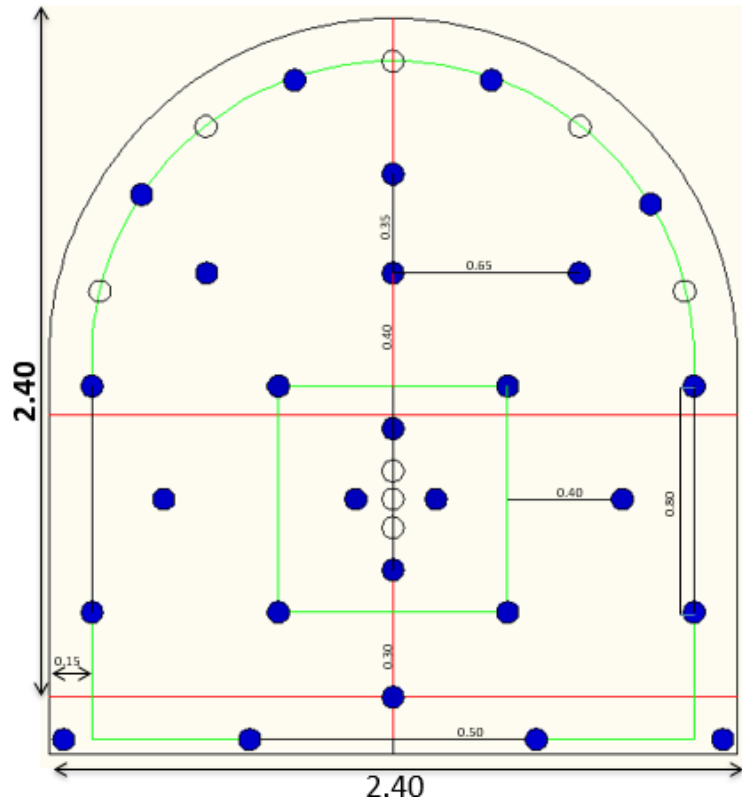


Figura 14. Situación actual - diseño de la malla de perforación y voladura del arranque de la galería 2450
Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

En la siguiente figura, se muestra el diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 6 pies de la galería 2450 del escenario actual.



Seccion (m)	2.4		N° de taladros	N° de cartuchos por columna	Cartuchos de explosivo		
	55-50				exsablock 7/8" x 7" (Cart)		Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)
Longitud de perforacion (pies)	6				cartuchos / taladro		cartuchos / taladro
					cebo /taladro	cartuchos / taladro	
Arranque			4	6	4		24
Ayudas arranque			4	5	4	20	
Produccion			3	5	3		15
Cuadradores			4	5	4		20
Ayudas arrastres			1	5	1	5	
Arrastres			4	5	4		20
Ayuda corona			3	4	3		12
Coronas			4	3	4		12
	TOTAL		27	38	52		103

Figura 15. Escenario actual - diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 6 pies de la galería 2450 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la Galería 2450 del escenario actual.

Tabla 8. Escenario actual - datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450

Datos Generales		Datos Generales	
Seccion (m)	2.4 x 2.4	Mecha rapida (m)	15
Tipo de roca:	IIIA	carmex 2.1 m (unid.)	27
Densidad de roca (gr/cm3)	2.85	Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)	103
Long. Perf. (pies)	6	exsablock 7/8" x 7" (Cart)	52
Avance efectivo - eficie.85%(m)	1.24	Nº de cartuchos	155
Nº de taladros	35		
Nº de taladros de alivio (arranque)	3		
Nº de taladros de alivio pre-corte (corona)	5		
Nº de taladros de cargados	27		
Diametro de perforacion de talados de alivio (arranque) (mm)	62		
Diametro de perforacion de taladros de produccion y alivio de la corona (mm)	38		
Volumen roto (m3)	7.14		
Tonelaje roto (ton)	20.36		
Factor de carga (kg/m3)	1.80		
Factor de carga (kg/t)	0.63		
Factor de carga (kg/m)	10.38		

Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Interpretación:

Con este tipo de diseño de perforación y voladura se tuvo deficiencia en la salida del disparo en toda la malla de perforación en su mayoría por tiros cortados. Es un tiro que no sale por falla de cualquiera de los elementos principales: iniciador, guía o explosivo, que genera un peligro para eliminarse y continuar con el trabajo.

Las causas que originan estas deficiencias son:

- ✓ Falta de fuerza para iniciar.
- ✓ El mal ajuste de la mecha es producto de las malas prácticas operativas.
- ✓ Demasiada separación entre pólvora de la mecha y la carga del fulminante.
- ✓ Deterioro por humedad.
- ✓ Velocidad de quemado irregular.
- ✓ Falla en el forro que permite el humedecimiento del explosivo.
- ✓ Rompimiento bajo tensión al ser estirado.
- ✓ Doble o Aplastamiento.

- ✓ Fragmentos volantes durante el disparo.
- ✓ Uso de explosivos en malas condiciones, deteriorado o humedecido (almacenaje muy prolongado en ambientes inadecuados).
- ✓ Un atacado exagerado puede insensibilizar al explosivo.
- ✓ Uso del explosivo inadecuado para determinado trabajo. En este caso es usar dos tipos de explosivo con el criterio que así será más eficiente el disparo, colocar en el cebo un explosivo de mayor potencia no siempre es óptimo.

En anexo 2 y 3 se muestran las fichas técnicas de los explosivos utilizados.

En la siguiente figura se muestra el tiro cortado de la Galería 2450, producto del disparo en el escenario actual.



*Figura 16. Escenario actual – tiro cortado de la galería 2450
Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.*

b) Escenario óptimo

Tras las deficiencias encontradas en el análisis de la situación actual referente a la malla de perforación y voladura, se procedió a realizar el nuevo diseño de malla de perforación y voladura de la galería 2450.

En la siguiente tabla de los parámetros para el diseño de la malla de perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450

Tabla 9. *Parámetros para el diseño de la malla de perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450*

Labor: Galería 2450	
Tipo de Sección	TUNEL
A Ancho (m.)	2.40
H Altura (m.)	2.40
r - Radio de arco del techo (m)	1.20
Parámetros de la Roca	
pr: Densidad de la roca (gr./cm ³)	2.6
RMR	51
GSI	51
RQD %	49
Parámetros de Perforación	
Eficiencia de Perforación %	95%
Longitud de Barras (pies)	8
φ1 Diámetro de broca de producción (mm.)	38
φ2 Diámetro de broca de rimadora (mm.)	64
D. empate α1 (m) Desviación de empate o error de emboquille	0.02
D. angular α2 (m/m) Desviación de la perforación o desviación angular m. /m.	0.01
γ °: Angulo de los taladros de contorno	2
N° de TH: Número de taladros de alivio	3
CÁLCULO GENERALES DE LA MALLA DE PERFORACIÓN & CONSTANTES	
Área Secc. (m ²)	5.14
Perímetro (m)	10.97
Volumen (m ³)	11.91
Constante de roca "c" - LANGERFORS	
Consumo específico del explosivo (Kg/m³). Modificado por Ashby Donde CE =	0.348
Constante de roca (kg/m³)	0.311
Perforación Optima "H" - Holmberg	
DTH Ficticio(m): Diámetro de taladro "ficticio", en el caso de existir mas de un tiro hueco	0.111
Φ eq. (m): Diámetro equivalente, es un análogo al fusionar todos los taladros de alivio.	0.111
I (m): I= Avance efectivo del disparo	2.32
F = Error de perforación	0.043

Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

4.1.1.2.1. El diseño de malla de perforación y voladura se realizará con el modelo matemático de Holmberg

Una vez realizada los parámetros de diseño de la malla de perforación y voladura se procedió a desarrollar el modelo matemático de Holmberg.

a) Área de corte (cut) – arranque

En la sección del arranque se utilizará el explosivo Pulverulenta 65 7/8" X 7", las Características del explosivo se menciona a continuación:

- ✓ Densidad relativa (gr./cm³): 1.1
- ✓ VOD SIN CONFINAR (m/s): 3500
- ✓ Presión de detonación (Kbar): 74
- ✓ RWS (%) potencia relativa por peso: 60
- ✓ Longitud del explosivo (m): 0.1778
- ✓ ϕ del Explosivo (m): 0.0222
- ✓ Masa del Explosivo (kg/cart): 0.076

➤ Cálculo de la densidad de carga "q" kg/m

$$q = D \text{ explosivo} \times \frac{\pi \times (\Phi \text{ del explosivo})^2}{4} \times 10^{-6}$$

reemplazando los datos en la fórmula

$$q = 1.1 \times \frac{\pi \times (0.0222)^2}{4} \times 10^{-6}$$

$$\text{"q" densidad de carga kg/m} = 0.43$$

➤ Cálculos para el diseño del arranque

En el cálculo del *burden* máximo se expresa con la siguiente formula:

$$Be\text{-máx. (m)} = 3.14 \times \Phi \text{ eq. (m)} / 2 + 0.01$$

donde:

- ✓ B e-máx. (m): *burden* máximo equivalente
- ✓ Φ eq.(m): diámetro equivalente, es un análogo al fusionar todos los taladros de alivio.

reemplazando los datos en la fórmula

$$Be\text{-máx. (m)} = 3.14 \times 0.111 / 2 + 0.01$$

$$\text{Be-máx. (m)} = 0.18.$$

➤ En el cálculo del *burden* práctico se expresa con la siguiente fórmula:

$$Bp (m) = Be\text{-máx. (m)} - F - 0.02$$

donde:

- ✓ Bp (m): burden practico
- ✓ F: error de perforación

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bp (m) = 0.18 - 0.043 - 0.02$$

$$\mathbf{Bp (m) = 0.12}$$

➤ En el cálculo del ancho de la abertura en el arranque se expresa con la siguiente fórmula:

$$Ah 0 (m) = \frac{\phi 1 \text{ broca (mm.)}}{1000} + \frac{\phi 2 \text{ broca (mm.)}}{1000} + 2 X Bp (m)$$

donde:

- ✓ $\phi 1$ broca de producción (mm)
- ✓ $\phi 2$ broca de la rimadora (mm)

reemplazando los datos en la fórmula

$$Ah 0 (m) = \frac{38 (mm.)}{1000} + \frac{64 (mm.)}{1000} + 2 X 0.12$$

$$\mathbf{Ah 0 (m)= 0.34}$$

➤ En el cálculo del número de cartuchos por taladro se expresa con la siguiente fórmula:

$$N (c./tal) = \frac{I (m) - (0.5 X Be \text{ máx. (m)})}{Long.Cart.(m)} - 5$$

Donde:

- ✓ N (c./tal): número de cartuchos por taladro
- ✓ I (m): Avance efectivo del disparo
- ✓ Longitud del Cartucho (m): longitud del cartucho

reemplazando los datos en la formula

$$N \left(\frac{c.}{tal} \right) = \frac{2.32 - (0.5 \times 0.17)}{0.1778} - 5$$

$$N (c./tal) = 8$$

➤ **En el cálculo del número de taladros del arranque**

$$N \text{ tal.} = \frac{A - Ah_0}{Ah_0} + 1$$

Donde:

- ✓ A: sección de la labor 2.40 m
- ✓ N tal: Numero de taladros.
- ✓ Ah 0: Ancho de la abertura en el arranque 0.34 m

$$N \text{ tal.} = \frac{2.40 - 0.34}{0.34} + 1$$

$$N \text{ tal.} = 7$$

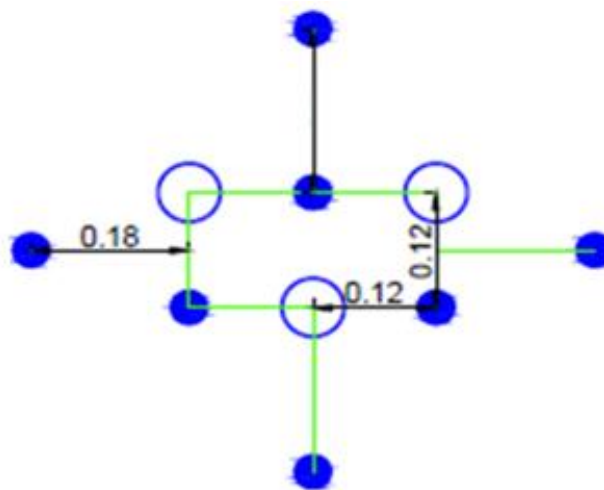


Figura 17. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del arranque de la galería 2450.

Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

b) Área de corte (cuadrantes)

Se muestran los siguientes cálculos del diseño de los cuadradores.

➤ **En el cálculo del primer cuadrante (ayuda del arranque)**

Cálculo del *burden* máximo.

$$Bi (m) = 0.088 X \sqrt{\frac{Ah 0 (m) X q \left(\frac{Kg}{m}\right) X 1.02}{\left(\frac{\phi 1 broca mm}{1000}\right) X c (kg/m^3)}}$$

Donde:

- ✓ Ah 0 (m): ancho de la abertura en el arranque
- ✓ $\phi 1$ broca (mm): diámetro de la broca de perforación
- ✓ c (kg/m³): constante de roca "c" - LANGERFORS
- ✓ q(Kg/m): densidad de carga del explosivo.

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bi (m) = 0.088 X \sqrt{\frac{0,34 X 0.43 X 0.6}{\left(\frac{38}{1000}\right) X 0.311}}$$

$$\mathbf{Bi (m) = 0.24}$$

• **En el cálculo del *burden* práctico del primer cuadrante**

$$Bip (m) = Bi (m) - F + 0.15$$

Donde:

- ✓ Bi (m): *burden* máximo
- ✓ F: error de perforación

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bip (m) = 0.24 - 0.043 + 0.15$$

$$\mathbf{Bip (m) = 0.35}$$

• **En el cálculo del ancho de la abertura del primer cuadrante**

$$Ah i (m) = \sqrt{Bi (m)^2 + Bi (m)^2}$$

Donde:

- ✓ Bt (m): longitud de espaciamiento del segundo cuadrante
- ✓ Ah i (m): Ancho de la abertura del (i) cuadrante

reemplazando los datos en la fórmula

$$Ah i (m) = \sqrt{0.47^2 + 0.47^2}$$

$$Ah i (m) = 0.67$$

- **En el cálculo del número de cartuchos del explosivo por taladro del primer cuadrante**

$$N \left(\frac{c.}{tal} \right) = I (m) - \frac{0.5 X Bi (m)}{\frac{Cart.}{Long} \cdot (m)} - 5.4$$

Donde:

- ✓ Bt (m): longitud de espaciamento
- ✓ Long. Cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \left(\frac{c.}{tal} \right) = 3.80 - \frac{0.5 X 0.24}{0.178} - 5.4$$

$$N (c./tal) = 7$$

- **En el cálculo del número de taladros del primer cuadrante**

$$N tal. = \frac{A - Ah i}{Ah i} + 1$$

Donde:

- ✓ A: sección de la labor 2.40 m
- ✓ N tal: Numero de taladros.
- ✓ Ah i: Ancho de la abertura del primer cuadrante 0.67 m

$$N tal. = \frac{2.40 - 0.67}{0.67} + 1$$

$$N tal. = 4$$

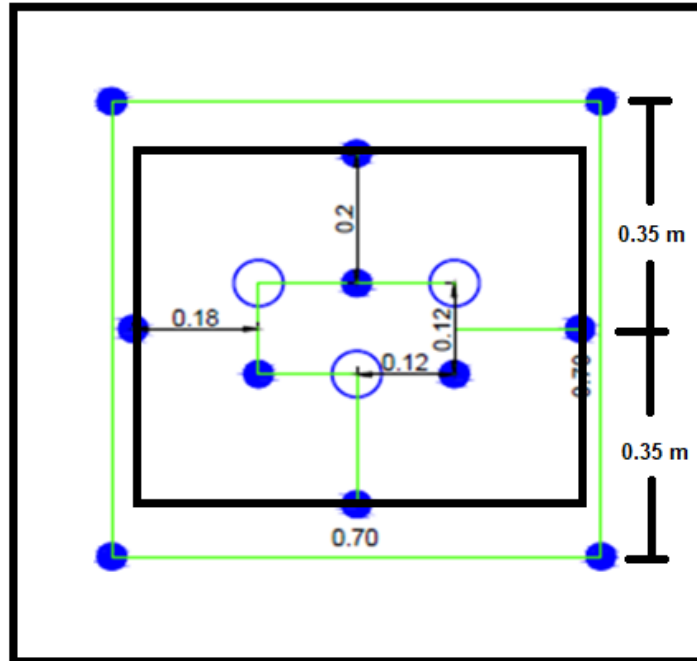


Figura 18. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del primer cuadrante de la galería 2450
Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

➤ **En el cálculo del segundo cuadrante (produccion)**

Cálculo del *burden* máximo.

$$Bi (m) = 0.088 X \sqrt{\frac{A h 1 (m) X q \left(\frac{Kg}{m}\right) X 1.02}{\left(\frac{\phi 1 \text{ broca } mm}{1000}\right) X c (kg/m^3)}}$$

Donde:

- ✓ Ah 1 (m): ancho de la abertura del primer cuadrante
- ✓ $\phi 1$ broca (mm): diámetro de la broca de perforación
- ✓ c (kg/m³): constante de roca "c" - LANGERFORS
- ✓ q(Kg/m): densidad de carga del explosivo.

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bi (m) = 0.088 X \sqrt{\frac{0,67 X 0.43 X 0.6}{\left(\frac{38}{1000}\right) X 0.311}}$$

$$Bi (m) = 0.33$$

- **En el cálculo del *burden* práctico del segundo cuadrante**

$$Bip (m) = Bi (m) - F + 0.41$$

Donde:

- ✓ $B_i (m)$: Burden máximo del segundo cuadrante
- ✓ F : Error de perforación

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bip (m) = 0.33 - 0.043 + 0.41$$

$$Bip (m) = 0.70$$

- **En el cálculo del ancho de la abertura del segundo cuadrante**

$$Ah_i (m) = \sqrt{B_i (m)^2 + B_i (m)^2}$$

Donde:

- ✓ $B_t (m)$: longitud de espaciamento del segundo cuadrante

reemplazando los datos en la formula

$$Ah_i (m) = \sqrt{1.03^2 + 1.03^2}$$

$$Ah_i (m) = 1.46$$

- **En el cálculo del número de cartuchos del explosivo por taladro del segundo cuadrante**

$$N \left(\frac{c.}{tal} \right) = I (m) - \frac{0.5 X B_i (m)}{\frac{Cart}{Long} \cdot (m)} - 5.1$$

Donde:

- ✓ $B_i (m)$: longitud de espaciamento del segundo cuadrante
- ✓ Long. cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.
- ✓ $I (m)$: avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \left(\frac{c.}{tal} \right) = 2.32 - \frac{0.5 \times 0.33}{0.178} = 5.1$$

$$N (c./tal) = 7$$

- En el cálculo del número de taladros del segundo cuadrante

$$N \text{ tal.} = \frac{A}{Bip} \times 1.25 \times Bip$$

Donde:

- ✓ A: sección de la labor 2.40 m
- ✓ N tal: Numero de taladros.
- ✓ Bip: burden práctico del segundo cuadrante 0.70 m

$$N \text{ tal.} = \frac{2.40}{0.70} \times 1.25 \times 0.70$$

$$N \text{ tal.} = 5$$

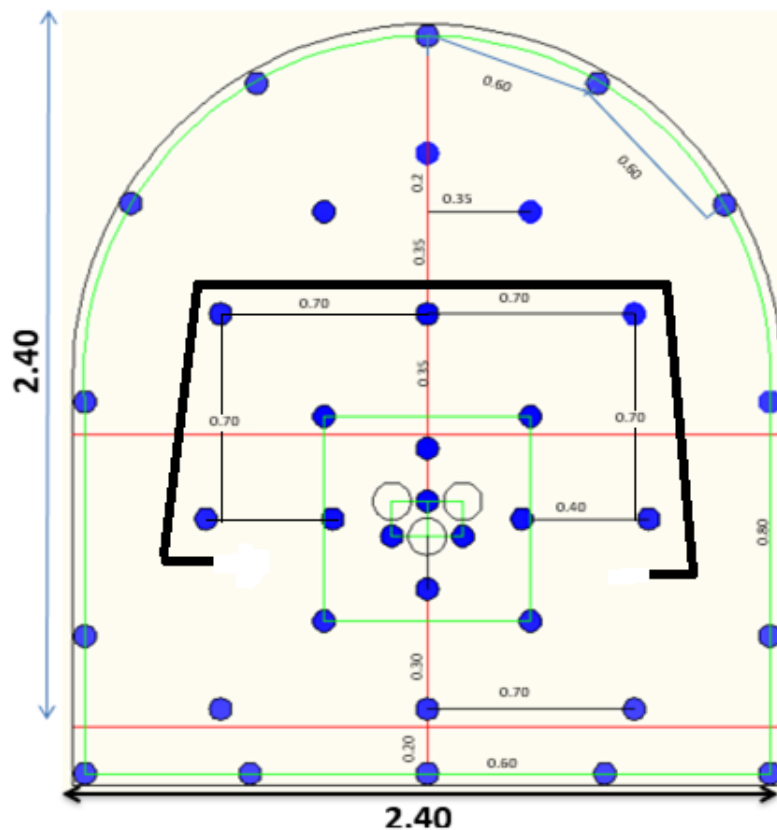


Figura 19. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del segundo cuadrante de la galería 2450
 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

c) Área de tajeo (stopping section), taladros de ayudas

Cálculo para las ayudas la constante de roca "c" corregida

$$C = c + 0.05 \text{ para burden } \geq 1.4 \text{ m}$$

$$C = \frac{0.07}{B} \text{ para burden } < 1.4 \text{ m}$$

➤ **Replanteo del *burden* como se muestra en la siguiente expresión:**

$$B \leq 0.6 * 'I'$$

Donde:

- ✓ B: burden
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la fórmula

- ✓ $B \leq 0.6 \times 2.32 \text{ m}$
- ✓ $B \leq 1.39 \text{ m}$

La fórmula escogida según condición es:

$$'C = c + \frac{0.07}{B} \text{ para burden } < 1.4 \text{ m}$$

reemplazando los datos en la fórmula

$$C = 0.311 + \frac{0.07}{1.39}$$

$$C = 0.36 \text{ kg/m}^3$$

➤ **En el cálculo de las ayudas de la corona**

Cálculo del *burden* máximo de las ayudas de cuadrantes

$$B_i \text{ (m)} = 0.09 \times \sqrt{\frac{\text{RWS} \times q \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}}\right)}{c \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}} \times 1.2 \times 1.25$$

Donde:

- ✓ c (kg/m³): constante de roca "c" corregida
- ✓ RWS (%) potencia relativa por peso: 60
- ✓ "q" densidad de carga kg/m = 0.43

✓ El explosivo utilizado es Pulverulenta 65 7/8" X 7"

reemplazando los datos en la formula

$$Bi (m) = 0.09 \times \sqrt{\frac{0.6 \times 0.43}{0.36} \times 1.2 \times 1.25}$$

$$Bi (m) = 0.62$$

- **En el cálculo del burden practico de las ayudas de la corona**

$$Bip (m) = 0.51 \times 0.64 \times (A - Ah i) + 0.04$$

Donde:

✓ A: ancho de la sección 2.40 (m).

✓ Ah 1 (m): Ancho de la abertura del segundo cuadrante

reemplazando los datos en la formula

$$Bip (m) = 0.51 \times 0.64 \times (2.40 - 1.46) + 0.04$$

$$Bip (m) = 0.35$$

- **En el cálculo del número de cartuchos del explosivo en las ayudas de la corona**

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = I (m) - \frac{0.5 \times Bi (m)}{Long. Cart. (m)} - 6.3$$

Donde:

✓ Bt (m): longitud de espaciamento

✓ Long. cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.

✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la formula

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = 2.32 - \frac{0.5 \times 0.62}{0.178} - 6.3$$

$$N (c./tal) = 5$$

- **En el cálculo del número de taladros en las ayudas de la corona**

$$Bi (m) = 0.09 X \sqrt{\frac{RWS \times q \left(\frac{Kg}{m}\right)}{c \left(\frac{kg}{m^3}\right)}}$$

Donde:

- ✓ c (kg/m³): Constante de roca "c" corregida
- ✓ RWS (%) potencia relativa por peso: 60
- ✓ "q" densidad de carga kg/m = 0.43
- ✓ El explosivo utilizado es Pulverulenta 65 7/8" X 7"

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bi (m) = 0.09 X \sqrt{\frac{0.43 X 0.6}{0.36}}$$

$$Bi (m) = 0.76$$

- **En el cálculo del *burden* practico de los arrastres**

$$Bip (m) = 0.36 \times (H) - 0.16$$

Donde:

- ✓ H: altura de la sección 2.40 (m)

reemplazando los datos en la formula

$$Bip (m) = 0.36 \times (2.40) - 0.16$$

$$Bip (m) = 0.70$$

- **En el cálculo del número de cartuchos del explosivo en las ayudas del arrastre**

$$N \left(\frac{c}{tal}\right) = I (m) - \frac{0.5 X Bi (m)}{Long. Cart. (m)} - 5$$

Donde:

- ✓ Bt (m): longitud de espaciamiento
- ✓ Long. cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la formula

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = 2.32 - \frac{0.5 \times 0.76}{0.178} - 5$$

$$N (c./tal) = 3$$

- En el cálculo del número de taladros en las ayudas del arrastre

$$N \text{ tal.} = \frac{0.72 \times A}{1.25} + 1$$

Donde:

✓ A: sección de la labor 2.40 m

reemplazando los datos en la formula

$$N \text{ tal.} = \frac{0.72 \times 2.40}{1.25} + 1$$

$$N \text{ tal.} = 3$$

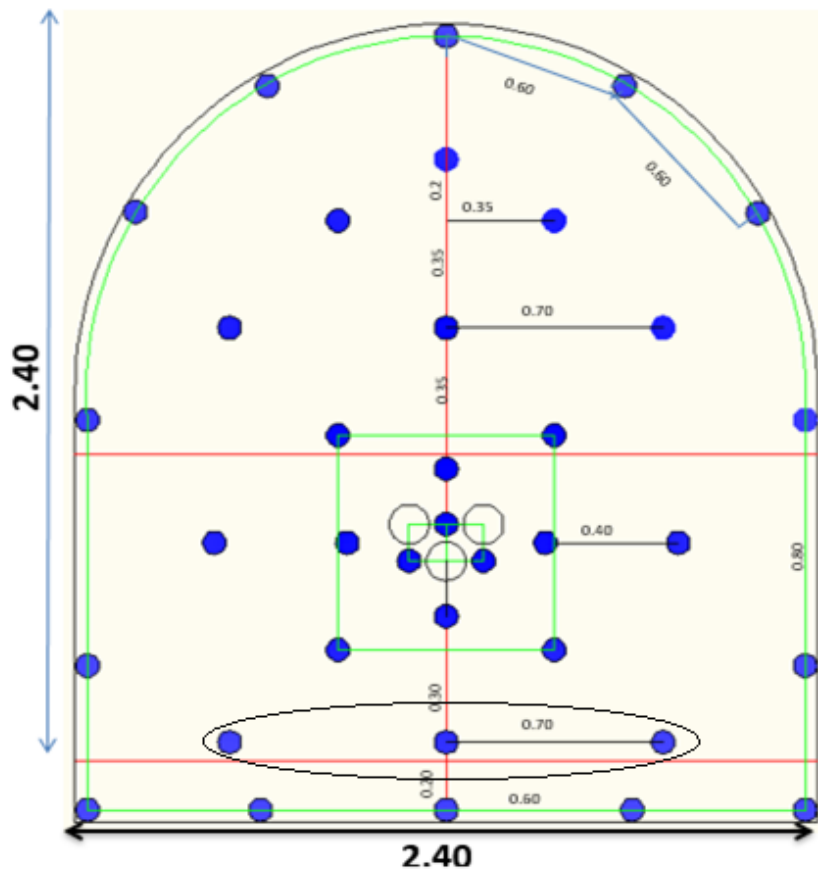


Figura 21. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura en las ayudas del arrastre de la galería 2450
 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

d) Área de los taladros de contorno

➤ En el cálculo de los taladros en los cuadradores hastiales

Cálculo del *burden* máximo de los cuadradores hastiales

$$Bi (m) = 0.09 X \sqrt{\frac{RWS \times q \left(\frac{Kg}{m}\right)}{c \left(\frac{kg}{m^3}\right)}}$$

Donde:

- ✓ c (kg/m³): constante de roca "c" corregida
- ✓ RWS (%) potencia relativa por peso: 1.12
- ✓ "q" densidad de carga kg/m = 0.59

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bi (m) = 0.09 X \sqrt{\frac{0.43 X 0.6}{0.36}}$$
$$Bi (m) = 0.76$$

• En el cálculo del *burden* práctico de los cuadradores hastiales

$$Bip (m) = 0.276 \times A + 0.14$$

Donde:

- ✓ A: ancho de la sección 2.40 (m).

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bip (m) = 0.276 \times 2.40 + 0.14$$
$$Bip (m) = 0.80$$

• En el cálculo del número de cartuchos del explosivo en los cuadradores hastiales

$$N \left(\frac{c}{tal}\right) = I (m) - \frac{0.5 X Bi (m)}{Long. Cart. (m)} - 5$$

Donde:

- ✓ Bt (m): longitud de espaciamiento

- ✓ Long. cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = 2.32 - \frac{0.5 \times 0.76}{0.178} - 5$$

$$N (c./tal) = 6$$

- **En el cálculo del número de taladros en las ayudas de cuadrantes hastiales**

$$N \text{ tal.} = \frac{H}{\text{Bip (m)} \times 0.8}$$

Donde:

- ✓ H: altura de la sección: 2.40 m
- ✓ Bip (m): *burden* práctico
- ✓ N tal: número de taladros.

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \text{ tal.} = \frac{2.40}{0.80 \times 0.8}$$

$$N \text{ tal.} = 4$$

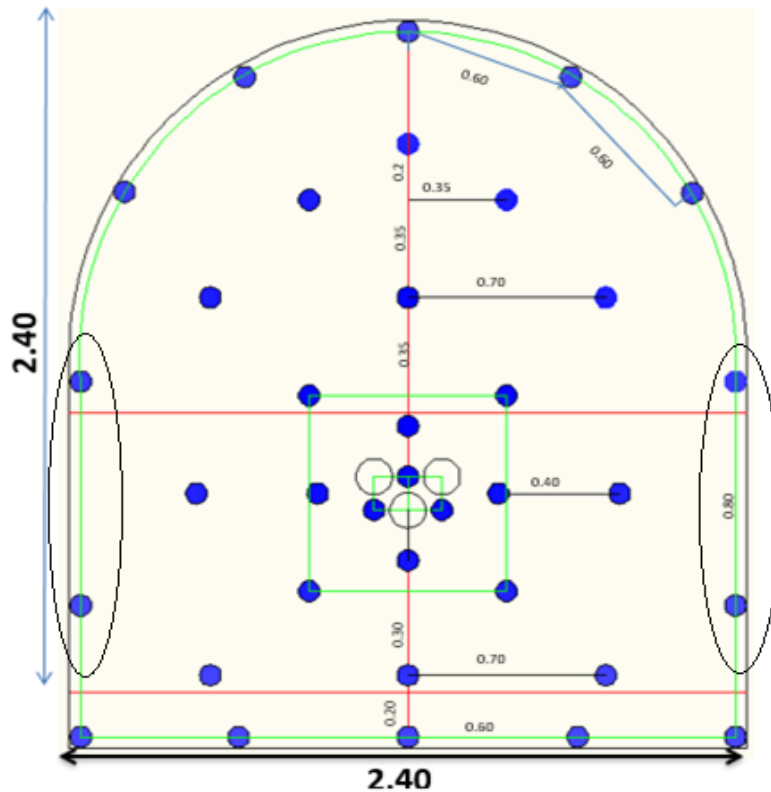


Figura 22. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura en las ayudas de cuadrantes hastiales de la galería 2450
 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

➤ **En el cálculo de los taladros de contorno en la Corona**

Cálculo del espaciamiento en taladros de corona

$$S (m) = 15 \times \frac{\phi 1 \text{ broca (mm.)}}{1000}$$

Donde:

- ✓ S (m): espaciamiento en taladros de corona
- ✓ $\phi 1$ broca (mm): diámetro del taladro de producción

reemplazando los datos en la formula

$$S (m) = 15 \times \frac{38}{1000}$$

$$S (m) = 0.57$$

• **Cálculo del *burden* máximo de los taladros de contorno en la Corona**

$$Bi (m) = \frac{S (m)}{0.8}$$

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bi (m) = \frac{0.57}{0.8}$$

$$Bi (m) = 0.71$$

- **En el cálculo del burden práctico del contorno en la corona**

$$Bip (m) = Bi (m) - I (m) \times \text{seno} (\gamma^\circ) - F$$

Donde:

A: ancho de la sección 2.40 (m).

- ✓ Bi (m): *burden* máximo
- ✓ I (m): avance efectivo del disparo
- ✓ γ° : ángulo de los taladros de contorno
- ✓ F: error de perforación
- ✓

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bip (m) = 0.71 - 2.32 \times \text{seno} (2^\circ) - 0.043$$

$$Bip (m) = 0.60$$

- **En el cálculo del número de cartuchos del explosivo del contorno en la corona**

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = I (m) - \frac{0.5 \times Bi (m)}{\text{Long. Cart. (m)}} - 6$$

Donde:

- ✓ Bi (m): burden máximo de los taladros de contorno en corona
- ✓ Long. cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = 2.32 - \frac{0.5 \times 0.71}{0.178} - 6$$

$$N (c./tal) = 5$$

- En el cálculo del número de taladros del contorno en la corona

$$N \text{ tal.} = \frac{A}{B_i (m) \times 0.8}$$

Donde:

- ✓ A: sección de la labor 2.40 m
- ✓ B_i (m): *burden* máximo de los taladros de contorno en corona

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \text{ tal.} = \frac{2.40}{0.71 \times 0.8}$$

$$N \text{ tal.} = 5$$

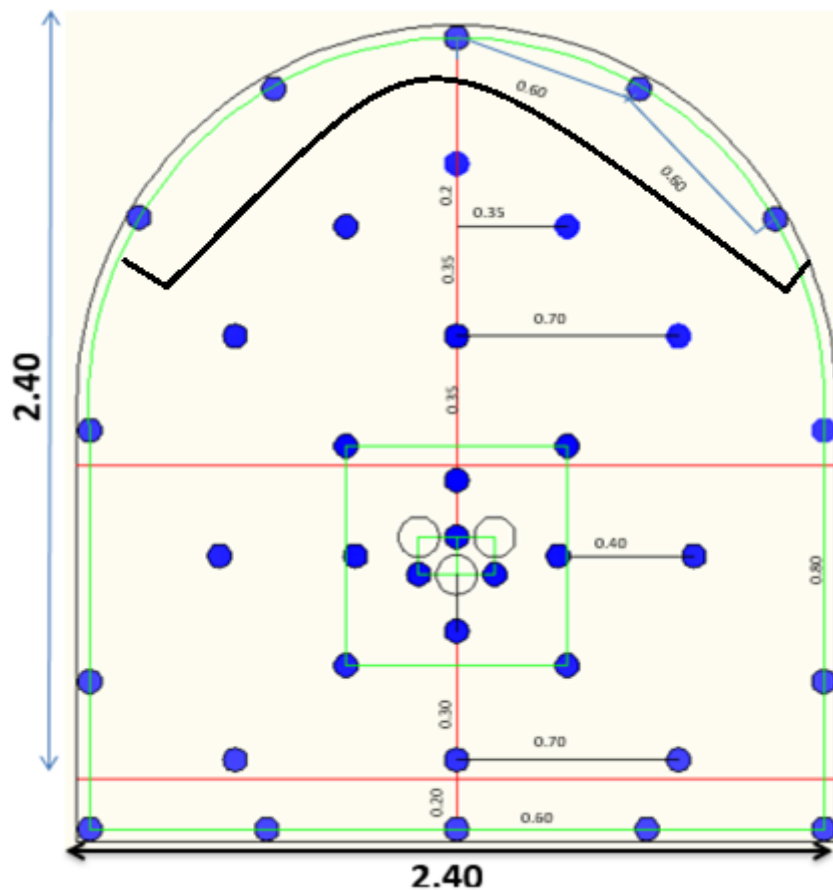


Figura 23: Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura del contorno en la Corona de la galería 2450
 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

e) Sección de arrastre (lifters)

Cálculo del *burden* máximo de los taladros de arrastre

$$Bi (m) = 0.09 X \frac{RWS \times q \left(\frac{Kg}{m}\right)}{\sqrt{c \left(\frac{kg}{m^3}\right) \times 1.1}}$$

Donde:

- ✓ c (kg/m³): constante de roca "c" corregida
- ✓ RWS (%) potencia relativa por peso: 0.6
- ✓ "q" densidad de carga kg/m = 0.43
- ✓ El explosivo utilizado es la Pulverulenta 65 7/8" X 7"

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bi (m) = 0.09 X \sqrt{\frac{0.43 X 0.6}{0.36 X 1.1}}$$

$$Bi (m) = 0.72$$

- **En el cálculo del *burden* práctico de los taladros de arrastre**

$$Bip (m) = Bi (m) - (I (m) \times \text{sen } y) - F$$

Donde:

- ✓ Bi (m): *burden* máximo de los taladros de arrastre
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo
- ✓ y: ángulo de los taladros de contorno
- ✓ F: error de perforación

reemplazando los datos en la fórmula

$$Bip (m) = 0.72 - (2.32 \times \text{sen } 2^\circ) - 0.043$$

$$Bip (m) = 0.60$$

- **En el cálculo del número de cartuchos del explosivo de los taladros de arrastre**

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = I (m) - \frac{0.5 X Bi (m)}{Long. Cart. (m)} - 4$$

Donde:

- ✓ Bi (m): burden máximo de los taladros de arrastre
- ✓ Long. cart. (m): longitud de cartucho del explosivo.
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \left(\frac{c}{tal} \right) = 2.32 - \frac{0.5 X 0.72}{0.178} - 4$$

$$N (c./tal) = 7$$

- **En el cálculo del número de los taladros de arrastre**

$$N \text{ tal.} = \frac{A + (2 \times (I (m) \times \text{sen } y))}{Bi (m)} + 1$$

Donde:

- ✓ N. Tal: número de taladros
- ✓ A: ancho de la sección de la labor: 2.40 m
- ✓ I (m): avance efectivo por disparo
- ✓ y: ángulo de los taladros de contorno
- ✓ Bi (m): *burden* máximo

reemplazando los datos en la fórmula

$$N \text{ tal.} = \frac{2.40 + (2 \times (2.32 \times \text{sen } 2))}{0.72}$$

$$N \text{ tal.} = 5$$

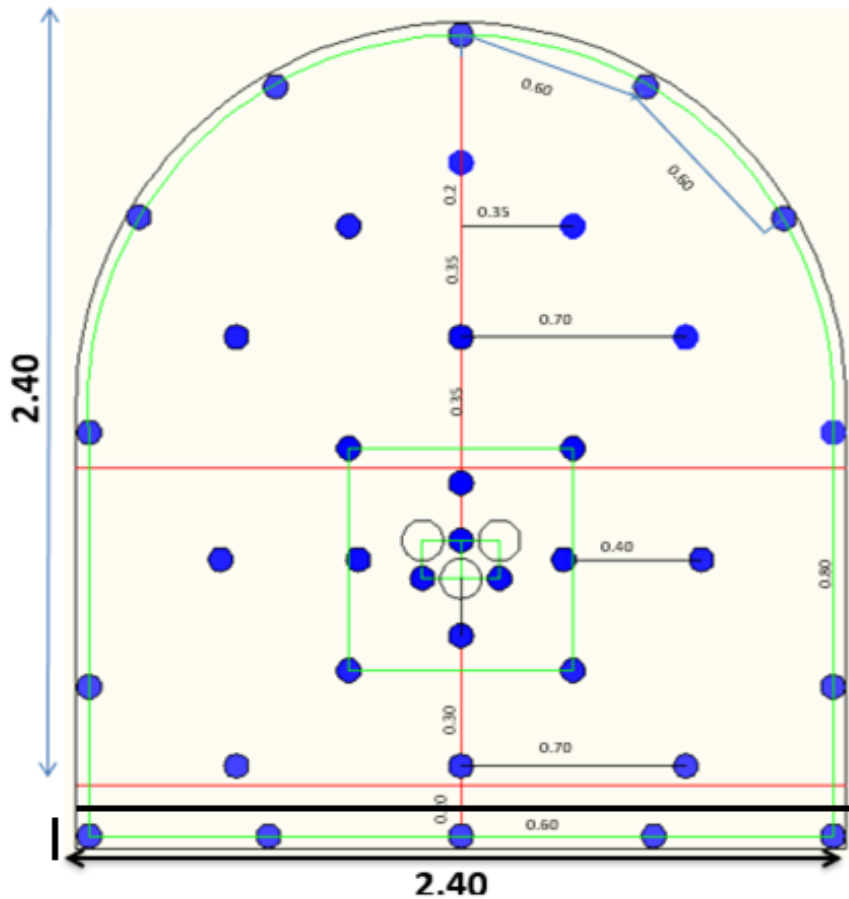
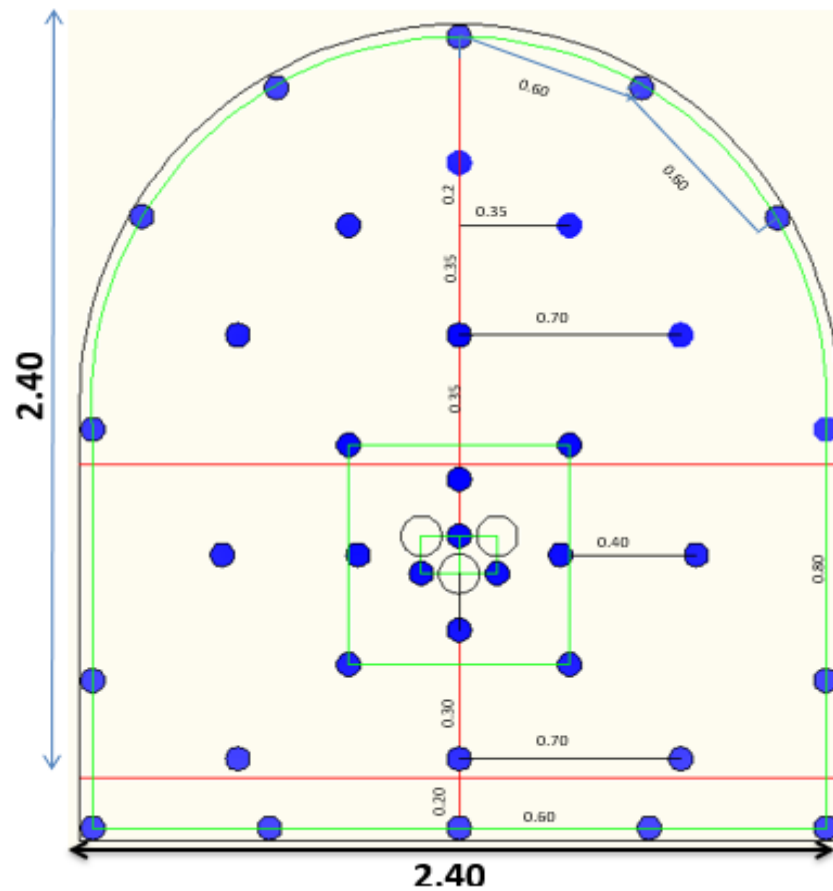


Figura 24. Escenario óptimo - diseño de la malla de perforación y voladura de los taladros de Arrastre de la galería 2450 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Una vez realizado el modelo matemático de Holmberg, se diseñó la malla de perforación y voladura, por ello también se incrementó el avance lineal a 8 pies para mejorar las deficiencias del escenario actual se realizó la evaluación un nuevo diseño de malla de perforación y voladura a fin de que el disparo sea lo más eficiente.

En la siguiente figura, se muestra el diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 8 pies de la galería 2450 del escenario óptimo.



2.4	2.4	N° de taladros	N° de cartuchos por columna	Tipo de explosivo:
55-50	8			Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)
				Numero de cartuchos / taladro
		7	8	56
		4	7	28
		5	7	35
		3	6	18
		3	5	15
		4	6	24
		5	5	25
		5	7	35
TOTAL		36	51	236

Figura 25: Escenario óptimo - diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 8 pies de la galería 2450 Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 del escenario actual.

Tabla 10. Escenario óptimo – datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450

Datos Generales		Datos Generales	
Seccion (m)	2.4 x 2.4	Mecha rapida (m)	15
Tipo de roca:	IIIA	carmex 2.1 m (unid.)	36
Densidad de roca (gr/cm3)	2.85	Semexsa 7/8" x 1" 65%: (Cart)	236
Long. Perf. (pies)	8	exsablock 7/8" x 7" (Cart)	0
Avance efectivo - eficie.95%(m)	2.08	Nº de cartuchos	236
Nº de taladros	39		
Nº de taladros de alivio (arranque)	3		
Nº de taladros de cargados	36		
Diametro de perforacion de taladros de alivio (arranque) (mm)	64		
Diametro de perforacion de taladros de produccion y alivio de la corona (mm)	38		
Volumen roto (m3)	11.98		
Tonelaje roto (ton)	34.15		
Factor de carga (kg/m3)	1.56		
Factor de carga (kg/t)	0.55		
Factor de carga (kg/m)	8.96		

Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Interpretación:

Este nuevo diseño de malla de perforación y voladura ayudó a eliminar los tiros cortados por malas prácticas operativas y por el mal diseño de malla de perforación y voladura en el escenario actual con las siguientes mejoras:

- Se tiene un tipo de roca de regular, por ello en el arranque se aumentó el diámetro del rimado a 64 mm con una rimadora piloto como se muestra en el anexo 4, de la misma manera el *burden* y espaciamiento se ha disminuido a fin de asegurar la salida del arranque.
- Con este diseño de malla de perforación y voladura ayudo al aumento del avance lineal efectivo en 2.08 metros, el cual es muy beneficioso para el desarrollo de la galería 2450.

En la siguiente figura, se muestra los resultados del disparo del nuevo diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 8 pies de la galería 2450

DATOS DE PERFORACION Y VOLADURA	Unidad	27-ene.	29-ene.	30-ene.	31-ene.	1-feb.	2-feb.	3-feb.	4-feb.	5-feb.	6-feb.	7-feb.	8-feb.	9-feb.	10-feb.	11-feb.	12-feb.	13-feb.	14-feb.	15-feb.	16-feb.	
		Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	NOCHE	DIA	Dia	Dia	Noche	Dia	Noche	Noche	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia
Guardia																						
labor		GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450	GL 2450
RMR		50 - 55	52 - 55	53 - 55	54 - 55	55 - 55	56 - 55	57 - 55	58 - 55	59 - 55	60 - 55	61 - 55	62 - 55	63 - 55	64 - 55	65 - 55	66 - 55	67 - 55	68 - 55	69 - 55	70 - 55	
Ancho	m	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Altura	m	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Ancho Real	m	2.41	2.41	2.41	2.42	2.43	2.43	2.42	2.43	2.41	2.44	2.43	2.42	2.42	2.41	2.43	2.43	2.43	2.41	2.43	2.43	2.42
Altura Real	m	2.42	2.43	2.42	2.41	2.41	2.43	2.44	2.42	2.42	2.40	2.44	2.42	2.41	2.41	2.40	2.43	2.43	2.42	2.44	2.44	2.42
Nº de Taladros Cargados	unid.	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Nº de Taladros Alivio	unid.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Total de Taladros Perforados	unid.	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Longitud del Barreno	pies	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Longitud Promedio de taladro	m	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
Diametro de Taladros de Produccion	mm	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Densidad de Roca	Ton/m3	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
Volumen a romper	m3	14.24	14.27	14.27	14.24	14.29	14.40	14.39	14.31	14.25	14.33	14.42	14.28	14.26	14.16	14.27	14.38	14.42	14.22	14.42	14.28	
ACCESORIOS DE VOLADURA UTILIZADOS																						
Carmex	pzas	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Mecha Rapida	m	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
EXPLOSIVOS UTILIZADOS																						
Semexsa 65% 7/8"x7"	Cart.	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Total de Explosivos	Kg.	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	18.644	
EFICIENCIAS																						
Avance	m	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
Volumen roto	m3	12.136	12.158	12.157	12.136	12.174	12.271	12.261	12.189	12.141	12.207	12.284	12.168	12.146	12.062	12.155	12.247	12.284	12.116	12.287	12.170	
Eficiencia de Perforacion	%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%
Eficiencia de Voladura	%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
Eficiencia Total	%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
Tonelaje Roto	Ton	34.59	34.65	34.65	34.59	34.70	34.97	34.94	34.74	34.60	34.79	35.01	34.68	34.62	34.38	34.64	34.90	35.01	34.53	35.02	34.68	
Sobrerotura	%	1.42%	1.61%	1.60%	1.42%	1.74%	2.55%	2.47%	1.87%	1.46%	2.02%	2.66%	1.69%	1.50%	0.81%	1.58%	2.35%	2.66%	1.25%	2.68%	1.70%	
Factor de Carga	Kg/m3	1.54	1.53	1.53	1.54	1.53	1.52	1.52	1.53	1.54	1.53	1.52	1.53	1.53	1.55	1.53	1.52	1.52	1.54	1.52	1.53	1.53
Factor de Avance Lineal	Kg/ml	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97

Figura 26. Resultado del disparo del nuevo diseño de malla de perforación y voladura con sección 8 x 8 pies con longitud de barra de 8 pies de la galería 2450

Tomada del área de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Interpretación:

El avance con este nuevo diseño de malla de perforación y voladura se tuvo un avance de 2.08 metros el cual es eficiente con lo programado del avance lineal de la galería 2450. Por otro lado, los resultados del disparo son los siguientes:

- La granulometría tiene un tamaño aceptable < 8”.
- La sobrerotura alcanza el valor de 1.97%.
- El daño a la roca remanente es mínimo.

Tras el disparo se tiene una eficiencia de la perforación 95 % y en la voladura se tiene un 90 % de eficiencia el cual son muy aceptables a comparación con el escenario anterior.

4.1.2 Reducir el costo unitario de avance lineal de la galería 2450 N tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

4.1.2.1. Escenario actual evaluación del costo por metro lineal de la perforación y voladura con barra de 6 pies en la de la galería 2450 N

En el análisis del costo unitario de perforación y voladura en base a la situación actual de la perforación y voladura mostrada en la sección anterior.

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos de perforación y voladura con barra de 6 pies de la galería 2450 N de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Tabla 11. Datos técnicos de perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N

Galería 2450 N - 2.4 m x 2.4 m Perforación con Jackleg - Limpieza con Scooptram 2.2 yd3					
Datos Técnicos:					
Tipo de roca:	Media				
Ancho Labor:	2.4	m	Efic.Perf.	85%	
Alto Labor:	2.4	m	Efic.Disp.	80%	
Long. Barra (pie)	6.0	pies	Long. Carga	1.04	m
NºTal. Frente	35	tal	Avanc.Efect.	1.24	m
NºTal. Cargados	27	tal	m³ / Disp.	7.16	m3
Factor de carga:	10.4	Kg/m	Longitud de avance de perforación	1.55	mts
kg explosivo	12.9	Kg	kilogramos/ taladro	0.48	

Con estos datos técnicos se utilizarán para desarrollar la estructura de costos de perforación y voladura de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

En estos parámetros de perforación y voladura se tuvo deficiencia en la salida del disparo del arranque donde se tuvo como resultado los tiros cortados y tiros fallados que llevan a realizar voladuras secundarias.

La perforación de avance en longitud se tuvo 1.55 metros con un avance efectivo de 1.24 metros que por las deficiencias no hacen que se llegue a un avance lineal dentro de lo programado. Por otro lado, estas deficiencias generan un aumento en el costo unitario de perforación y voladura.

En las siguientes tablas se muestra la estructura de costos de perforación y voladura. de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

Tabla 12. Costos de la mano de obra de la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/./Unid	\$/.	\$/./MET.
1.1 Mano de Obra						736.18
Capataz	tarea	1	100%	191.06	60.73	
Bodeguero	tarea	1	40%	135.26	43.00	
Mecánico	tarea	1	45%	212.94	270.74	
electricista Mina	tarea	1	45%	169.18	53.78	
Operador Scoop	tarea	1	50%	191.06	124.19	
Maestro Perforista	tarea	1	100%	144.02	187.22	
Ayudante	tarea	1	100%	135.26	175.84	

Tabla 13. Costos de los aceros de perforación de la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/./Unid	\$/.	\$/./MET.
1.2 Aceros de perforación						93.60
Aceite de Perforación	Gln	0.35	100%	21.91	7.67	
Barras de Perforación conicas	pp	268.50	100%	0.20	53.70	
Brocas de perforación conica 38 mm	pp	268.50	100%	0.18	48.33	
Broca con rimadora piloto 62 mm	pp	35.30	100%	0.19	6.71	

Tabla 14. Costos de las herramientas utilizadas en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
1.3 Herramientas						15.87
Lampa	pieza	2.00	100%	0.53	1.06	
Pico	pieza	2.00	100%	0.59	1.18	
Combo 6 Lbs	pieza	1.00	100%	0.39	0.39	
Llave Stilson de 8"	pieza	1.00	100%	0.27	0.27	
LLave Francesa 8"	pieza	1.00	100%	0.24	0.24	
Barretilla de 4'	pieza	1.00	100%	0.99	0.99	
Barretilla de 6'	pieza	1.00	100%	1.17	1.17	
Barretilla de 8'	pieza	1.00	100%	1.30	1.30	
Disco de jebe	pieza	1.00	100%	0.20	0.20	
Taco de Arcilla	pieza	27.00	100%	0.20	5.40	
Ocre Polvo Rojo	kg	0.13	100%	10.00	1.30	
Escaleras telescopicas	pieza	1.00	100%	5.59	5.59	
Arco de sierra + hoja	pieza	1.00	100%	0.65	0.65	

Tabla 15. Costos de los implementos de seguridad en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
1.4 Implementos de Seguridad						23.62
Tareas sin ropa de agua	tareas	0.65	100%	8.59	5.58	
Tareas con ropa de agua	tareas	2.60	100%	9.15	23.79	

Tabla 16. Costos de los equipos en operación en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
1.5 Equipos en Operación						244.64
Perforadora	pp	268.50	100%	0.38	103.00	
Manguera de jebe de 1"	m	30.00	100%	0.10	2.91	
Manguera de jebe de 1/2"	m	30.00	100%	0.04	1.26	
Scooptram Sandvick	Hm	1.00	100%	197.07	197.07	

Tabla 17. Costos los explosivos y accesorios de voladura en la perforación y voladura con barra cónica de 6 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
B) Explosivos y Acc. Voladura						130.29
Pulverulenta 65 7/8" X 7"	kg	10.76	100%	6.24	67.07	
Carmex	und	2.00	100%	1.50	2.99	
Mininel	und	27.00	100%	2.93	79.08	
Mecha rapida	m	2.00	100%	1.06	2.13	
Cordon detonante	m	10.00	100%	1.08	10.75	
C) Combustible						37.57
Petroleo Scoop	Gln	4.00	100%	11.68	46.72	

Interpretación:

El costo total por la unidad valorizada se tiene el metro de avance lineal se tiene S/ 1281.77 soles.

- El costo de la mano de obra es de 736.18 soles

- El costo de los aceros de perforación es de 93.60 soles, este costo es correspondiente a las herramientas de perforación, barra cónica, broca cónica de producción y broca con rimadora piloto para los taladros de alivio, por las deficiencias ya mencionadas se tiene pérdidas por metro perforado tras las voladuras secundarias realizadas.
- El costo de los implementos de seguridad es de 23.62 soles.
- El costo de explosivos y accesorios de voladura es de 130.29 soles.

4.1.2.2. Escenario óptimo mejora del costo por metro lineal de la perforación y voladura con barra de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S.A.

En el análisis del costo unitario de perforación y voladura en base al mejoramiento de la perforación y voladura realizada en la sección anterior.

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos de perforación y voladura con barra de 8 pies de la galería 2450 N de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Tabla 18. Datos técnicos de perforación y voladura con barra de 8 pies de la galería 2450 N

Galería 2450 N - 2.4 m x 2.4 m					
Perforación con Jackleg - Limpieza con Scooptram 2.2 yd3					
Datos Técnicos:					
Tipo de roca:	Media				
Ancho Labor:	2.4	m	Efic.Perf.	95.00%	
Alto Labor:	2.4	m	Efic.Disp.	85.20%	
Long. Barra (pie)	8.0	pies	Long. Carga	1.54	m
NºTal. Frente	39	tal	Avanc.Efect.	2.08	m
NºTal. Cargados	36	tal	m³ / Disp.	11.98	m3
Factor de carga:	8.96	Kg/m	Longitud de avance de perforación	2.32	mts
kg explosivo	18.6	Kg	kilogramos/ taladro	0.52	

Con estos datos técnicos, se utilizan para desarrollar la estructura de costos de perforación y voladura con barra de 8 pies de la galería 2450 N

Este nuevo diseño de perforación y voladura se eliminó los tiros cortados por malas prácticas operativas que se dan mayormente en el disparo del arranque ya que se diseñó un nuevo diseño de arranque.

En las siguientes tablas, se muestra la estructura de costos de perforación y voladura con barra de 8 pies de la Galería 2450 N

Tabla 19. Costos de la mano de obra de la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/ Unid	\$/.	
1 Mano de Obra						669.78
Capataz	tarea	1	90%	191.06	54.17	
Bodeguero	tarea	1	25%	135.26	38.35	
Mecánico	tarea	1	35%	212.94	241.50	
electricista Mina	tarea	1	35%	169.18	47.97	
Operador Scoop	tarea	1	50%	191.06	124.19	
Maestro Perforista	tarea	1	90%	144.02	168.50	
Ayudante	tarea	1	90%	135.26	158.26	

Tabla 20. Costos de los aceros de perforación de la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/ Unid	\$/.	
1 Aceros de perforación						103.96
Aceite de Perforación	Gln	0.25	90%	21.91	4.93	
Barras de Perforación conicas	pp	296.40	90%	0.25	66.69	
Brocas de perforación 41 mm	pp	296.40	90%	0.20	53.35	
Broca con rimadora piloto 64 mm	pp	22.80	90%	0.21	4.31	

Tabla 21. Costos de las herramientas utilizadas en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/ Unid	\$/.	
1 Herramientas						17.32
Lampa	pieza	2.00	100%	0.53	1.06	
Pico	pieza	2.00	100%	0.59	1.18	
Combo 6 Lbs	pieza	1.00	100%	0.39	0.39	
Llave Stilson de 8"	pieza	1.00	100%	0.27	0.27	
LLave Francesa 8"	pieza	1.00	100%	0.24	0.24	
Barretilla de 4'	pieza	1.00	100%	0.99	0.99	
Barretilla de 6'	pieza	1.00	100%	1.17	1.17	
Barretilla de 8'	pieza	1.00	100%	1.30	1.30	
Disco de jebe	pieza	1.00	100%	0.20	0.20	
Taco de Arcilla	pieza	36.00	100%	0.20	7.20	
Ocre Polvo Rojo	kg	0.13	100%	10.00	1.30	
Escaleras telescópicas	pieza	1.00	100%	5.59	5.59	
Arco de sierra + hoja	pieza	1.00	100%	0.65	0.65	

Tabla 22. Costos de los implementos de seguridad en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la Galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/ Unid	\$/.	
1 Implementos de Seguridad						21.71
Tareas sin ropa de agua	tareas	0.65	100%	8.59	5.58	
Tareas con ropa de agua	tareas	2.34	100%	9.15	21.41	

Tabla 23. Costos de los equipos en operación en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
2 Equipos en Operación						253.25
Perforadora	pp	296.40	100%	0.38	113.70	
Manguera de jebe de 1"	m	30.00	100%	0.10	2.91	
Manguera de jebe de 1/2"	m	30.00	100%	0.04	1.26	
Scooptram Sandvick	Hm	1.00	100%	197.07	197.07	

Tabla 24. Costos los explosivos y accesorios de voladura en la perforación y voladura con barra cónica de 8 pies de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total S/.	Total
				S/./Unid	S/.	S/./MET.
(B) Explosivos y Acc. Voladura						166.94
Dinamita Pulverulenta 65 7/8" X 7"	kg	13.84	100%	6.24	86.29	
Carmex	und	2.00	100%	1.50	2.99	
Mininel	und	36.00	100%	2.93	105.44	
Mecha rapida	m	2.00	100%	1.06	2.13	
Cordon detonante	m	10.00	100%	1.08	10.75	
(C) Combustible						37.57
Petroleo Scoop	Gln	4.00	100%	11.68	46.72	

Interpretación:

El costo total por la unidad valorizada se tiene el metro de avance lineal se tiene S/ 1270.52 soles.

- El costo de la mano de obra es de 669.78 soles
- El costo de los aceros de perforación es de 103.96 soles, este costo es correspondiente a las herramientas de perforación, barra cónica, broca cónica de producción y broca con rimadora piloto para los taladros de alivio.
- El costo de los implementos de seguridad es de 21.71 soles.
- El costo de explosivos y accesorios de voladura es de 166.94 soles.

4.1.2.3. Mejora de la perforación con barrenos cónicos de 8 pies de la perforación y voladura de la galería 2450 N en la Cía. Minera Poderosa S. A.

En resumen, se tiene la mejora de la perforación y voladura en función a la optimización de la perforación y voladura a favor de la barra de 8 pies (s/)

En la siguiente tabla, se muestra la optimización de la perforación y voladura con la barra cónica de 8 pies para todo el proyecto de la galería 2450 N.

Tabla 25. Optimización de la perforación y voladura con la barra cónica de 8 pies para todo el proyecto de la galería 2450 N

MEJORA DEL AVANCE LINEAL DE LA GALERIA 2450				
ESTRUCTURA DE COSTOS: GAL, 2.4 x 2.4 (JACKLEG)		ESCENARIO ACTUAL (Barra cónica de 6 pies)	ESCENARIO OPTIMO (Barra cónica de 8 pies)	ANALISIS DE COSTOS (S/. /MET.)
1	Mano de Obra (S/. /MET.)	736.18	669.78	66.39
2	Aceros de perforación (S/. /MET.)	93.60	103.96	-10.35
3	Herramientas (S/. /MET.)	15.87	17.32	-1.45
4	Implementos de Seguridad (S/. /MET.)	23.62	21.71	1.91
5	Equipos en Operación (S/. /MET.)	244.64	253.25	-8.61
6	Explosivos y Acc. Voladura (S/. /MET.)	130.29	166.94	-36.65
7	Combustible (S/. /MET.)	37.57	37.57	0.00
Reducción de costo total valorizada (S/. / Metro lineal)		11.25		

Interpretación: de la tabla se muestra lo siguiente:

- En la mano de obra se tiene una reducción del 66.39 soles por metro lineal en función a la barra cónica de 8 pies.
- En los aceros de perforación se tiene un aumento del 10.35 soles por metro lineal ya que se tiene un mayor avance lineal de 2.08 metros por el cambio de barra cónica de 8 pies y el uso de la rimadora piloto de 64 mm.
- En el costo por metro lineal de las herramientas se tiene un aumento del 1.45 soles por metro lineal ya que se tiene un mayor uso de las herramientas para el disparo.
- En el costo por metro lineal de los implementos de seguridad se tiene una reducción del 1.91 soles por metro lineal, debido a que los trabajos se desarrollaron de manera eficiente ya que se eliminó los disparos secundarios.
- En el costo por metro lineal de los equipos en operación se tiene un aumento del 8.61 soles por metro lineal ya que se tiene un mayor uso del equipo de perforación Jackleg y así mismo del Scooptram.

- En el costo por metro lineal de los explosivos y accesorios de la voladura se tiene un aumento del 36.65 s soles por metro lineal ya que se tiene un mayor uso consumo para el nuevo diseño de malla de perforación y voladura desarrollada.
- En el costo por metro lineal del combustible se tiene el mismo consumo de combustible, ya que el recorrido es la misma distancia por el cual el gasto de energía será el mismo por metro lineal.

La reducción del costo total de la valorización por metro lineal de avance es de S/ 11.25 soles con respecto al uso de la barra cónica de 8 pies

CONCLUSIONES

- 1 La evaluación de la caracterización geomecánica de la galería 2450 indica que se tiene una roca de un tipo Regular "A" III A por consecuencia se realiza un sostenimiento con malla de 4" x 4" no galvanizada y barra helicoidal de 7 pies, intermediando con *slip set* de 7 pies, distribución de pernos en cocada.
- 2 En el escenario actual del diseño de malla de perforación y voladura, se tuvo deficiencia en la salida del disparo en toda la malla de perforación, en su mayoría por tiros cortados, por causas del mal diseño de la malla de perforación y voladura como también de malas prácticas operativas.

En el escenario óptimo se realizó un nuevo diseño de malla de perforación y voladura que ayudó a eliminar los tiros cortados por malas prácticas operativas y por el mal diseño de malla de perforación y voladura en el escenario actual con las siguientes mejoras: en el arranque se aumentó el diámetro de los taladros de alivio a 64 mm, de igual manera el *burden* y espaciamiento se ha disminuido a fin de asegurar la salida del arranque. Con este diseño de malla de perforación y voladura se ayudó al aumento del avance lineal efectivo en 2.08 metros, lo que es muy beneficioso para el desarrollo de la galería 2450. Los resultados del disparo indican una granulometría de un tamaño aceptable $< 8"$, la sobrerotura alcanza el valor de 1.97 %, el daño a la roca remanente es mínimo y tras el disparo se tiene una eficiencia de la perforación 95 % y en la voladura se tiene un 90 % de eficiencia, lo que representa resultados muy aceptables

- 3 En el escenario actual el diseño de malla de perforación y voladura tiene un costo total por la unidad valorizada se tiene el metro de avance lineal se tiene S/ 1281.77 soles.

En el escenario óptimo el diseño de malla de perforación y voladura tiene un costo total por la unidad valorizada se tiene el metro de avance lineal se tiene S/ 1270.52 soles. La reducción del costo total de la valorización por metro lineal de avance es de S/ 11.25 soles con respecto al uso de la barra cónica de 8 pies.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la evaluación de la caracterización geomecánica del macizo rocoso cada vez que se va a desarrollar un cambio de malla de perforación y voladura, ya que es necesario para el replanteo de los factores y parámetros de perforación y voladura.
2. Se recomienda evaluar el cambio de los aceros de perforación si estos van a contribuir de manera satisfactoria en el avance lineal de las labores de desarrollo como son galerías, cruceros entre otros ya que el comportamiento en función a su rendimiento de metros perforados van depender del tipo de roca a perforar.
3. Se recomienda analizar tres factores importantes tras evaluar la rentabilidad en las mejoras de avances lineales de labores de preparación y desarrollo: el primero es evaluar la mano de obra, ya que esta viene afectada por las deficiencias de las malas prácticas operativas afectando así el costo; el segundo es el consumo de los aceros de perforación, ya que esta influye directamente en el avance lineal y la utilización de otras herramientas para poder obtener más avance lineal de las labores de desarrollo; y el tercero es el consumo de explosivos y accesorios ya que al contar con más avance estas tienden a incrementar. La optimización se verá en función a término del proyecto ya que será beneficioso en los trabajos de avance reduciendo tiempo y costos por metro lineal de avance.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DIAZ, Gianlucas y SOTELO, Cesar. Optimización del avance lineal en las labores de exploración y desarrollo de la Unidad Minera Santa María - Compañía Minera Poderosa S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Gestión Minera). Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
2. BERROSPI, Víctor. Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la CÍA. minera Volcan S.A.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas).Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019, 126 pp.
3. ENDARA, Wilson. Optimización de costos operativos mediante mejora y control de estándares de diseño y ejecución de la Galería 508 Veta Alice - Minera Yanaquihua. Tesis (Título de Ingeniero de Minas).Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020.
4. CONDORI, Miguel y VELASCO, Jhorlan. Optimización de perforación y voladura por el método de Roger Holmberg en minera aurífera Estrella de Chaparra S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa : Universidad Tecnológica del Perú, 2021, 80 pp.
5. TUNQUIPA, Edgar y DIAZ, Andy. Optimización de costos unitarios de perforación y voladura en labores de preparación del Nv 1715 en la Unidad Minera Chalhuane – 2021. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa : Universidad Tecnológica del Perú, 2021, 84 pp.
6. GUILLEN, Wilson. Optimización del diseño de malla de perforación para la estimación de costos operacionales en la zona de Pucaurco - Unidad Minera Pachancoto – Minas de Pachancoto S. A. 2019. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2020, 114 pp.
7. ÁREA DE GEOLOGÍA. *Estudios de los principales unidades litológica y asientos mineros y mapa geología de Pataz*. Trujillo : Undad Minera Poderosa, 2019.

8. ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS. *Diseño de explotaciones e infraestructuras mineras subterráneas*. Madrid : Universidad Politecnica de Madrid , 2007.
9. INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ . *Explotación Subterránea Métodos y Casos Prácticos*. Puno : Facultad de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, 1999.
10. UNDAC, Introduccion a la mineria -. Métodos con sostenimiento artificial o métodos con relleno. [En línea] 11 de 03 de 2015. [Citado el: 12 de 05 de 2021.] <https://es.slideshare.net/skill93/introduccion-a-la-mineria>.
11. CONTRERAS, Heiner. Influencia del método de explotación en la optimización de la producción al reemplazar el open stoping por corte y relleno ascendente en la Veta Consuelo de Poderosa – La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2019, 89 pp.
12. ARANA, Guillermo. Análisis geomecánico para seleccionar el tipo de sostenimiento en la Mina APMINAC PULPERA Caylloma - Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cusco : Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, 2019, 148 pp.
13. FERNANDEZ, Ángel. Optimización de avance lineal, reemplazando las perforadoras jackleg por jumbo hidráulico en el proceso de perforación y voladura de la GLN1 y CRNE en Mina Consuelo de la Empresa Especializada New Horus S.A.C - Poderosa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2016, 123 pp.
14. EPIROC PERU S.A. *Herramientas de perforacion manual*. Lima : Rock Drilling Tools, 2015.
15. CHAMPI, Juana y LOPEZ, Servellon. Estudio comparativo de eficiencia de uso de puntales de seguridad simple y con el uso adecuado del Jackpot en los tajeos de explotación del Nivel 4430 de la Cía. Minera Caudalosa Chica S.A.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2016.

16. TAMAYO, Mario. *El proyecto de investigación*. Bogotá : Arfo Editores Ltda., 2012. 958-9279-16-3.
17. MUÑOZ, Carlos. *Metodología de la investigación*. México : Issuu, 2016. 978-607-426-542-2.
18. ÁREA GEOMECANICA PODEROSA. *Caracterización del macizo rocoso para el método de minado por Open Stopping*. Trujillo : Unidad Minera Poderosa, 2019.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Mejora del avance lineal de la galería 2450 N, para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S. A.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Cómo influirá la mejora del avance lineal de la galería 2450 N, para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.?	Desarrollar la mejora del avance lineal de la galería 2450 N, para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.	La mejora del avance lineal de la galería 2450 N, es factible y viable, para reducir el costo de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas
¿Cómo influirá la caracterización geomecánica de la galería 2450 N, para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.?	Determinar la caracterización geomecánica de la galería 2450 N, para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.	La caracterización geomecánica de la galería 2450 N, influye positivamente para el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.
¿Cómo será la reducción del costo unitario de avance lineal de la Galería 2450 N, tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.?	Reducir el costo unitario de avance lineal de la Galería 2450 N, tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.	La reducción del costo unitario de avance lineal de la Galería 2450 N, es factible y viable tras el cambio del diseño de la malla de perforación y voladura, Cía. Minera Poderosa S.A.

Anexo 3

Ficha técnica del explosivo - dinamita Pulverulenta 65 7/8" X 7"



DINAMITA FAMESA PULVERULENTA®

DINAMITA

Descripción y composición

La DINAMITA FAMESA PULVERULENTA® es un explosivo a base de Nitroglicerina, sensible al Fulminante Común N° 6 que presenta un alto poder rompedor y tiene poca resistencia al agua.

Tipos y usos

Para satisfacer los requerimientos del mercado, FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. cuenta con los siguientes tipos:

• DINAMITA FAMESA PULVERULENTA® 45 S.-
Para la voladura de rocas muy suaves.

• DINAMITA FAMESA PULVERULENTA® 45.-
Para la voladura de rocas suaves.

• DINAMITA FAMESA PULVERULENTA® 65.-
Para la voladura de rocas intermedias.

Esta dinamita se emplea en todo tipo de trabajos de voladura en minería superficial, subterránea y obras civiles utilizándose con éxito en rocas suaves a intermedias, donde por su baja velocidad de detonación y buena simpatía, es posible usarla en voladuras controladas o amortiguadas utilizando espaciadores para disminuir la concentración de carga.

No se recomienda su uso como cebo de nitro-carbonitrato (ANFO).

Transporte

Clase : 1
División : 1.1 D
N° ONU : 0081



Características técnicas

	PULVERULENTA® 45 S	PULVERULENTA® 45	PULVERULENTA® 65
Densidad relativa (g/cm ³)	1,08 ± 0,1	1,09 ± 0,1	1,10 ± 0,1
Velocidad de confinado (*) detonación (m/s) s/confinar (**)	3 700 ± 300 2 000 ± 300	5 000 ± 300 3 300 ± 300	5 200 ± 300 3 500 ± 300
Presión de detonación (kbar)	37	68	74
Potencia relativa en peso *** (%)	50	58	60
Fuerza hess (mm)	16	18	21
Resistencia al agua	Baja	Baja	Baja
Categorías de humos	Primera	Primera	Primera

* Velocidad de detonación en tubo de 1 1/4 pulgadas de diámetro.

** Velocidad de detonación como cartucho de 7/8 pulgadas de diámetro.

*** Potencias relativas referidas a la gelatina explosiva (Trazul) con potencia convencional de 100.

Presentación

	Material de caja	Capacidad de caja (Pza.)	Peso neto (kg)	Peso bruto (kg)	Dimensiones exteriores (cm)
PULVERULENTA® 45 S 1/4" x 7"	Cartón	336	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0
PULVERULENTA® 45 1/2" x 7"	Cartón	336	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0
PULVERULENTA® 45 1 1/4" x 8"	Cartón	144	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0
PULVERULENTA® 65 1/4" x 7"	Cartón	316	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0
PULVERULENTA® 65 1" x 7"	Cartón	256	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0
PULVERULENTA® 65 1 1/8" x 7"	Cartón	208	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0
PULVERULENTA® 65 1 1/4" x 8"	Cartón	132	25,0	26,5	30,8 x 42,0 x 31,0

Otras dimensiones de acuerdo a pedido.



MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO

Los explosivos y accesorios de ignición de FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. son productos seguros, pero en menor medida se constituyen en elementos peligrosos. El producto usuario debe cumplir con el establecido por las normas correspondientes, al momento de su transporte, almacenamiento y uso, así como informar debidamente a todo el personal encargado de su manipulación.

FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. no asume responsabilidad alguna por el transporte, almacenamiento, manipulación o uso de los mismos en concordancia con las regulaciones y aprobaciones por la autoridad competente. Debe ser almacenado en volúmenes adecuados en zonas seguras, protegidas de la lluvia y el calor, y en concordancia con la lista de compatibilidad vigente de la autoridad competente.

ATENCIÓN

La información y recomendación aquí descrita no cubren necesariamente todas las aplicaciones del producto en diferentes condiciones de uso. Estas se basan en la experiencia, investigación y pruebas realizadas por FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. quien no garantiza resultados favorables si el usuario responsable de alguna actividad implicada en conexión con el uso de estos productos. Este producto puede ser modificado sin previo aviso.



Tomada de Famesa Explosivos S. A.

Anexo 4
Rimado piloto



Tomada de Empresa Internacional - Boart Longyear

Anexo 5

Precios unitarios

ESCALA DE SUELDOS Y JORNALES

DESCRIPCION DEL PUESTO	JORNAL S/.	asignacion familiar	feriados con 100% 01 por mes	Total ingreso afecto	factor de leyes sociales	TOTAL (S/.)
Perforista	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Operario Mina	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Operador Scooptram	85.00	2.50	6.54	94.04	103.17%	191.06
Operador Jumbo	90.00	2.50	6.92	99.42	103.17%	202.00
Enmaderador	63.00	2.50	4.85	70.35	103.17%	142.92
Compresorista y lamparero	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Chofer de mina	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Capataz	85.00	2.50	6.54	94.04	103.17%	191.06
Bombero, Herrero, Soldador	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Bodeguero	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante Perforista	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante de servicios	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante de mina	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante de jumbo	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Ayudante de enmaderador	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante almacén	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Mecánico de equipo pesado	95.00	2.50	7.31	104.81	103.17%	212.94
Electricista mina	75.00	2.50	5.77	83.27	103.17%	169.18
Electricista de equipos	90.00	2.50	6.92	99.42	103.17%	202.00
Cuartelero	58.00	2.50	4.46	64.96	103.17%	131.98

ESCALA DE SUELDOS Y JORNALES

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	Vida Económ.	Incidencia	Obreros Con Ropa de agua	Obreros Sin Ropa de agua	Supervisión sin ropa de agua	Personal superficie
Botas de jebe	Par	61.980	180.00	0.34	0.34	-	0.32	-
Casco sombrero	Pza	58.091	200.00	0.29	0.29	-	0.19	0.19
Taflete de casco	Pza	12.710	150.00	0.08	0.08	-	0.08	0.08
Orejeras p/ Operador	Par	52.750	300.00	0.18	-	-	0.18	-
Barbiquejo	Pza	1.580	180.00	0.01	0.01	-	0.01	0.01
Respirador 3M 7500 premium	Pza	63.560	360.00	0.18	0.18	-	0.18	-
Filtro alta eficiencia 3M 2097	Par	38.980	30.00	1.30	1.30	-	1.03	-
Cartucho Vapores Orgánicos	Par	58.200	30.00	1.94	1.94	-	1.94	-
Guantes de Neoprene 14"	Par	26.000	30.00	0.87	0.87	-	0.87	-
Guante de cuero	Par	10.310	25.00	0.41	0.41	-	0.41	0.41
Correa portalampara	Pza	21.190	360.00	0.06	0.06	-	0.06	-
Mameluco con cinta reflectiva	Pza	83.620	100.00	0.84	0.84	-	0.46	0.46
Lampara minera	Pza	252.000	300.00	0.84	0.84	-	0.84	-
Chaleco verde c/cinta fosforescente	Pza	64.940	180.00	0.36	-	-	0.36	0.36
Lentes de seguridad	Pza	28.000	90.00	0.31	0.31	-	0.31	0.31
Tapón auditivo	Pza	2.330	60.00	0.04	0.04	-	0.04	0.04
Marbete de identificación (nombre)	Par	20.000	150.00	0.13	0.13	-	0.13	0.13
Botín Con punta de acero Minero	Par	127.570	180.00	0.71	-	-	0.65	0.65
Saco de jebe	Pza	52.200	100.00	0.52	0.52	-	-	-
Pantalón de jebe	Pza	52.200	100.00	0.52	0.52	-	-	-
mochila de lona	Pza	38.000	180.00	0.21	0.21	0.000	0.000	0.000
Dispositivo lock out (candado gancho)	pza	150.000	360.00	0.42	-	-	0.42	0.65
Picota de geologo	pza	45.000	360.00	0.13	-	-	-	0.13
bastón luminoso con pila	par	200.000	180.00	1.11	-	-	1.11	-
Polos de seguridad (por calor)	pza	38.000	150.00	0.25	0.25	-	-	-
COSTO POR TAREA			12.01		9.15	8.59	8.12	3.31

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	Vida Econ. (pp)	P U
Broca escariadora 2 1/2"	Uni	387.000	600.00	0.65
Shank Adapter COP1238xT38	Uni	844.650	9,000.00	0.09
Acople T38/R38	Uni	245.830	6,000.00	0.04
Barra Ext. R38-H35-R32x12' (12 y 14 pies)	Uni	1,300.000	6,000.00	0.22
Broca R32x45mm.	Uni	283.610	800.00	0.35
Adaptador Piloto R32x12°	Uni	586.000	800.00	0.73
Broca Rimadora R32x102mm	Uni	616.160	800.00	0.77
Coplas de afilado	Uni	357.500	10,000.00	0.04
Adaptador Split Set / perno helicoidal	Uni	230.000	600.00	0.38
Barra de Extensión Porta Broca Conica 2'	Uni	135.440	900.00	0.15
Barra de Extensión Porta Broca Conica 4'	Uni	181.590	900.00	0.20
Barra de Extensión Porta Broca Conica 5'	Uni	240.200	900.00	0.27
Barra de Extensión Porta Broca Conica 6'	Uni	258.450	920.00	0.28
Barra de Extensión Porta Broca Conica 8'	Uni	275.440	1,300.00	0.21
Broca Conica 38 mm.	Uni	72.060	400.00	0.18
Broca Conica 41 mm.	Uni	74.000	300.00	0.25

EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	US\$/Caja	Kg/Caja
Dinamita Semexa 45% 7/8" x 7"	Cart	0.530		
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	Cart	0.540		
Dinamita Semexa 45% 7/8" x 7"	Kg	6.172	55.11	25.00
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	Kg	6.509	58.12	25.00
Dinamita Exadit 65% 7/8" x 7"	Kg	5.899	52.67	25.00
Dinamita Semexa 65% 1 1/8" x 7"	Kg	5.803	51.81	25.00
Dinamita Semexa 80% 1 1/8" x 8"	Kg	5.918	52.84	25.00
Dinamita Semexa 65% 1 1/4" x 8"	Kg	6.236	55.68	25.00
Dinamita Semexa 80% 1 1/4" x 8"	Kg	6.657	59.44	25.00
Emulsiones 4500 7/8"x8"	Und	0.560		
Emulsión Iremita 62 11/2" x 12" (68)	Und	2.030		
Emulsiones 6500 1"x8"	Und	0.700		
Emulsión Iremita 62 7/8" x 7" (308)	Und	0.450		
Emulsión Iremita 62 1" x 8" (240)	Und	0.700		
Emulsiones 6500 1"x8"	Und	0.700		
Emulsiones 8000 1"x8"	Und	0.590		
Anfo	Kg	1.740		
Examon	Kg	2.128		
Fulminante N° 8	Pza	0.308		
Fanel	Pza	3.338		
Mininel	Pza	2.929	261.5	250 pza/caja
Guia Seguridad	m	0.254	90.63	1000 m/caja
Carmex 8"	Pza	1.497	160.43	300 pza/caja
Igniter Cord	m	1.064		
Pentacord	m	1.075	575.72	1500 m/caja

HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	Vida Econom.	PU
Corvina de 36 "	Pza	178.20	100.00	1.78
Lampa	Pza	26.46	50.00	0.53
Pico	Pza	29.57	50.00	0.59
Combo 4 Lbs	Pza	19.24	90.00	0.21
Combo 6 Lbs	Pza	34.70	90.00	0.39
Combo 8 Lbs	Pza	41.04	90.00	0.46
Combo 10 Lbs	Pza	51.57	90.00	0.57
Combo 16 Lbs	Pza	78.79	90.00	0.88
Llave Stilson de 8"	Pza	27.41	100.00	0.27
Llave Stilson de 10"	Pza	73.52	100.00	0.74
Llave Stilson de 14"	Pza	87.36	100.00	0.87
Llave Francesa 8"	Pza	24.03	100.00	0.24
Maquina Ban Dit	Pza	325.00	180.00	1.81
Formon 1"	Pza	23.80	50.00	0.48
Azuela (de 3Lbs.)	Pza	26.81	80.00	0.34
Barretilla de aluminio de 4'	Pza	59.40	60.00	0.99
Barretilla de aluminio de 6'	Pza	70.20	60.00	1.17
Barretilla de aluminio de 8'	Pza	78.00	60.00	1.30
Barretilla de aluminio de 10', 12'	Pza	85.80	60.00	1.43
Barretilla de aluminio de 14'	Pza	98.20	60.00	1.64
Atacador	pza	9.84	20.00	0.49
Pasteca (rondana) 6" diam.	und	497.50	300.00	1.66
Cable de acero 3/8 "	mt	2.26	100.00	0.02
Cizalla de 24	Pza	114.80	100.00	1.15
Ganchos de 1.5	Pza	19.99	50.00	0.40
Carretilla buggy	Pza	185.00	60.00	3.08
Flexometro 5m	Pza	13.47	30.00	0.45
Lámpara	Pza	234.50	720.00	0.33
Detector de Energia	Pza	43.00	180.00	0.24
Lámpara CEAG MLC 5.2	Pza	1,224.00	2,400.00	0.51
Baston luminoso con pilas recargables	Pza	100.00	180.00	0.56
Lámpara (Alquiler)	Pza/mes	41.75	25.00	1.67
Disco de jebe	Pz	5.00	25.00	0.20
Manguera Jebe 1"	Mts	14.55	150.00	0.10
Manguera Jebe 1/2"	Mts	6.28	150.00	0.04
Aceite de perforacion	Glns	21.91	1.00	21.91
Cinta Ban Dit 1/2	rollo	77.24	40.00	1.93
Cinta Ban Dit 3/8	rollo	65.00	40.00	1.63
Escalera Telescopica de 4mts	Uni	502.83	90.00	5.59
Escalera Telescopica de 3mts	Uni	625.00	90.00	6.94
Ocre Polvo Rojo	Kg	10.00	1.00	10.00
arco de sierra + hoja	uni	39.00	60.00	0.65
Boa de 2"	m	45.00	150.00	0.30
Boa de 2"	m	53.30	150.00	0.36
Tubo PVC 1 1/2 x 3.00 Mts.	uni	3.60	-	-
PETROLEO-DIESEL	Glns	11.68	-	-

Tomada del departamento de Operaciones de la Cía. Minera Poderosa S. A.

Anexo 7

Especificaciones técnicas de la perforadora manual Jack Leg RNS83FX-FL7



1. PERFORADORA NEUMÁTICA

MARCA : RNP
TIPO : JACK LEG
MODELO : RNS83FX-FL7



Incluye Lubricadora y pie de avance

La máquina perforadora viene con sus respectivas conexiones, gamarilla, llave para extraer la glándula de agua y su respectivo calibrador de broquero.

2. DESCRIPCIÓN.

- ✓ Fabricada con materias primas certificadas que garantizan un mejor desempeño en condiciones extremas de trabajo.
- ✓ Sus cuerpos principales forjados la convierten en la más resistente de su tipo.
- ✓ Alto grado de penetración en roca dura.
- ✓ Bajo costo de mantenimiento por su excelente calidad.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES	US/IMP	MÉTRICO
Diámetro del Cilindro	3.00"	76.2 mm.
Carrera del Pistón	2.50"	63.5 mm.
Frecuencia de Impacto	2 500 bpm	2 500 gpm.
Long. De la Perforadora	27.25"	692 mm.
Torque	90 lbs-ft	122 Nm
Revoluciones	250 rpm	250 rpm
Consumo de Aire (90 PSI)	110 cfm	51.9 lit. /seg.
Peso de la Perforadora (incluye el empujador)	117.07 lbs	53.10 kg.
Peso de la Perforadora	73.41 lbs	33.30 kg
Peso del Empujador	43.65 lbs	19.8 kg
Long. Del Empujador Contraído	73.00"	1 854.2 mm.
Long. Del Empujador Extendido	128"	3 251 mm.
Dimensiones del Barreno	0.866" X4.25"	22 x 108 mm.

Cal. Los Talladores N° 131 Urb. Los Artesanos - Ate Telf: 51 - 4367370 R.P.C. 989096280 R.P.M. #945478306 ✉ lima@rnpmexico.pe
Calle Sánchez Trujillo N° 210 - Urb. La Perla, Cercado - Arequipa Telf.: (054) 20 1415 R.P.C: 958313927 RPM: #956611719 ✉ arequipa@rnpmexico.pe
Av. Ricardo Palma N° 439 Urb. Palermo - Trujillo Telf.: (044) 22 1838 / R.P.C: 994 738 494 / RPM: #956 609 821 / ✉ trujillo@rnpmexico.pe
www.rnpmexico.pe

Tomada de RNP México Perfomex Perú S. R. L.