

INFORME DE TESIS - CAJUSOL PAREDES

por Jehffersonn Cajusol Paredes

Fecha de entrega: 09-abr-2024 08:56a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2301882051

Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_-_CAJUSOL_PAREDES_1.docx (16.68M)

Total de palabras: 23055

Total de caracteres: 122146

⁹
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO

BENEDICTO XVI

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS



**OPTIMIZACIÓN DE LA MALLA DE PERFORACIÓN PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN MINA LA ROCA DEL
OBRERO, PATÁZ -LA LIBERTAD**

⁴
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

DE MINAS

AUTOR

Br. Jehfferson Jhoel Cajusol Paredes

⁴

ASESOR

Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

<https://orcid.org/0000-0001-7674-7125>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Procesos y tecnología

TRUJILLO – PERÚ

2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor:

Mg. Breitner Guillermo Diaz Rodríguez

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI.**

Presente.

Yo, Noriega Vidal Eduardo Manuel, asesor de la Tesis de pre grado titulada: **“OPTIMIZACIÓN DE LA MALLA DE PERFORACIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN MINA LA ROCA DEL OBRERO, PATÁZ -LA LIBERTAD”**; presentado por el bachiller: Jehfferson Jhoel Cajusol Paredes, con DNI N° 70228586, del Programa de Estudios de Ingeniería de Minas, considero que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Atentamente.




Eduardo Manuel Noriega Vidal
DNI: 43236142

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

4

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Rectora (e) de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Vicerrectora Académica

Dr. Ena Cecilia Obando Peralta

Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Dra. Teresa Reátegui Marín

Secretario General

DEDICATORIA

Va dirigido de manera ² especial a mis amados y queridos padres Segundo y Violeta que me dieron su apoyo incondicional durante todo este proceso y mi estancia en esta prestigiosa universidad. A mis Hijos Enzo y Dareck por ser mi motor y motivo del mismo modo a mi hermano Angelo quien siempre ha creído en mí y me tiene como modelo a seguir, a mis docentes los cuales formaron en mi persona alguien responsable y con valores y los cuales fueron parte fundamental de mi desarrollo como profesional y como persona.

AGRADECIMIENTO

Al Mg. Ing. Noriega Vidal Eduardo Manuel por su ayuda desinteresada y apoyo en la realización objetiva y veraz de esta tesis en la cual he dedicado todo mi tiempo y esfuerzo.

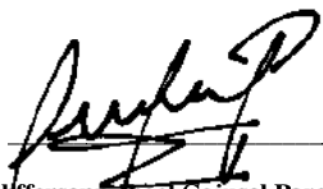
⁹
A la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, alma mater que termino de forjar mi carácter para enfrentarme a mundo sin miedo y con valentía.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jehffersonn Jhoel Cajusol Paredes ⁹ con DNI 70228586, egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería Minas** de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que se ha seguido rigurosamente los procesos académicos y administrativos dados por la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura**, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **OPTIMIZACIÓN DE LA MALLA DE PERFORACIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN MINA LA ROCA DEL OBRERO, PATÁZ -LA LIBERTAD** ⁴ el cual consta de un total de 63 páginas, en las que se incluye 24 tablas y 24 figuras, más un total de 1 páginas en anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de nuestra investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

El autor



Jehffersonn Jhoel Cajusol Paredes

DNI: 70228586

4 ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
II. METODOLOGÍA.....	49
2.1. Enfoque, Tipo	49
2.2. Diseño de investigación.....	49
2.3. Población, muestra, muestreo	50
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	50
2.5. Técnicas para realizar el procesamiento y el análisis de la información	50
2.6. Aspectos éticos en investigación	51
III. RESULTADOS	52
IV. DISCUSION DE RESULTADOS.....	91

⁹ V. CONCLUSIONES	97
VI. RECOMENDACIONES	99
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
VIII. ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de calidad de la Roca	53
Tabla 2. Clasificación RMR	54
Tabla 3. Clasificación RMR	54
Tabla 4. Clasificación geomecánica según RQD - RMR	56
²³ Tabla 5 Caracterización del macizo rocoso	57
Tabla 6. Caracterización del macizo rocoso	57
Tabla 7. Densidad de la roca	58
Tabla 8. Distribución de carga explosiva - frente 1,8 x 1,8.....	58
Tabla 9. Datos de perforación	59
Tabla 10. Producción mensual - GL 458 S - Frente 1.8x1.8 m.....	61
Tabla 11. Costos unitarios frente - GL 458 S - Frente 1,8 X 1,8 - 4ft.....	65
Tabla 12. Número de taladros para frente 1,8x1,8 - GL 458 S - 6ft.....	70
Tabla 13. Cálculo de burden y espaciamiento	71
Tabla 14. Distribución de carga explosiva - frente 1,8 x 1,8.....	75
Tabla 15. Datos de perforación	75
Tabla 16. Costos unitarios - GL 458 S - Frente 1,8 X 1,8 - 6ft.....	76
Tabla 17. Producción mensual - GL 458 S - Frente 1,8x1,8 m.....	78
Tabla 18. Factor de carga	82
Tabla 19. Numero de taladros	83
Tabla 20. Metros lineales perforados - Periodo mayo 2021 - abril 2022	84
Tabla 21. Producción de mineral - 4ft vs 6ft	85
Tabla 22. Costo unitario mano de obra	86
Tabla 23. Costo unitario implementos de seguridad	87

Tabla 24. Costo unitario herramientas.....	88
Tabla 25. Costo unitario perforación y voladura.....	89
Tabla 26. Costo unitario total.....	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuadro de resistencia a compresión simple de la roca intacta.....	28
Figura 2. Cuadro de condiciones o estado de las discontinuidades.....	28
Figura 3. Cuadro de asignación de valores según el tipo de buzamiento de la excavación.....	29
Figura 4. Malla de perforación 1,8x1,8 – Empírica	60
Figura 5. Metros perforados (ml) - GL 458 S - Frente 1,8 x 1,8 - 4ft.....	62
Figura 6. Producción mensual - mayo 2021 - octubre 2021.....	63
Figura 7. Avance mensual en metros lineales - GL 458 S -4ft.....	64
Figura 8. Tipos de arranque	67
Figura 9. Zonas para la ubicación del arranque	68
Figura 10. Posicionamiento del arranque en el frente	69
Figura 11. Distribución de burden y espaciamiento de taladro	72
Figura 12. Cálculo de burden B1, B2, B3, B4, Bn	73
Figura 13. Malla de perforación - Frente 1,8x1,8 - GL458 S - 6ft.....	73
Figura 14. Metros perforados (ml) - GL 458 S - Frente 1.8 x1.8 - 6ft	79
Figura 15. Producción mensual - Noviembre 2021 a Abril 2022.....	80
Figura 16. Avance mensual en metros lineales - GL 458 S	81
Figura 17. Factor de carga - Malla 4ft vs 6ft.....	82
Figura 18. Número de taladros - Malla 4ft vs 6ft	83
Figura 19. Metros lineales perforados - Periodo mayo 2021 - abril 2022.....	84
Figura 20. Producción de mineral - 4ft vs 6ft.....	85
Figura 21. Costo unitario mano obra - malla 4ft vs 6ft	86
Figura 22. Costos unitarios implementos de seguridad - Malla 4ft vs 6ft.....	87
Figura 23. Costos unitarios herramientas - Malla de 4ft vs 6ft	88
Figura 24. Costo unitario perforación y voladura - Malla 4ft vs 6ft	90

Figura 25. Costo unitario - Malla de 4ft vs 6ft 91

RESUMEN

La presente investigación en la que se está trabajando se fundamenta en la línea de investigación de procesos y tecnología en la mina La Roca Del Obrero, considerando como ¹² problema general ¿Cómo realizar la Optimización de la Malla de Perforación para incrementar la productividad ³⁸ en la mina La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad?, ³⁸ tuvo como su objetivo general optimizar la ⁴ malla de perforación para incrementar la productividad ⁴ en la mina La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad. El enfoque que se realizó dentro de esta investigación ⁴ fue de carácter cuantitativo y se optó por un diseño de investigación cuasi – experimental y de tipo aplicada y descriptiva. Se inició con el diagnóstico del estado actual ³ de perforación y voladura para la malla de perforación de cuatro pies, tomando indicadores tales como la caracterización de la masa rocosa en la que vamos a trabajar, número de taladros, avance en metros lineales, factor de carga, y costos de unitarios, con la finalidad de realizar un malla de perforación con la extensión de seis pies según las características operacionales antes mencionadas, una vez realizada, se procede a implementar dicha malla en la GL 458 S en un periodo de seis meses, luego de la implementación se logró obtener indicadores que muestran la diferencia entre la malla anterior y la nueva extensión, teniendo como resultado un aumento significativa en la producción de mineral de treinta y cuatro punto ocho por ciento, así como un aumento en avance lineal de ocho punto cincuenta y dos por ciento y un reducción en el precio por unidad y por metro lineal de veinticinco punto tres por ciento, ⁴⁸ llegando a la conclusión de que el aumento de la extensión ⁴⁸ en la perforación incrementa la producción en mina la Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.

Palabras clave: *Perforación, producción, costos, explosivos, roca, extensión.*

ABSTRACT

The present research is based on the line of research of processes and technology in the La Roca Del Obrero mine, considering as a general problem How to carry out the Optimization of the Drilling Grid to increase productivity in the mine La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad? had as a general objective to optimize the drilling mesh to increase productivity in the mine La Roca Del Obrero, Patáz: -La Libertad. The research approach adopted was quantitative and a quasi-experimental research design was chosen, with an applied and descriptive type. It began with the diagnosis of the current state of drilling and blasting for the four-foot drill mesh, taking indicators such as characteristics of the rock mass, number of holes, advance in linear meters, load factor, and unit costs, in order to make a drill mesh with the extension of six feet in accordance with the above-mentioned operational characteristics, once carried out, the mesh is implemented in GL 458 S in a period of six months, after implementation it was possible to obtain indicators that show the difference between the previous mesh and the new extension, resulting in a significant increase in ore production of thirty-four point eight percent, as well as an increase in linear advance of eight point fifty-two percent and a reduction in unit cost per linear meter of twenty-five point three percent, concluding that the increase in drilling extension increases production at the Roca del Obrero mine, Patáz: -La Libertad.

Keywords: *Drilling, production, costs, explosives, rock, extension.*

I. INTRODUCCIÓN

La perforación y voladura en el mundo minero son dos componentes esenciales, y empleados en la construcción de rampas, accesos, niveles. Frentes, galerías, estocadas etc., siendo ambos procesos fundamentales para la extracción de minerales con valor en el mercado mundial, de igual modo también se emplea la creación de sostenimientos seguros para el personal que labora en las minas subterráneas y la conformación de estructuras subterráneas idóneas para la extracción y traslado de estos recursos. Dentro del ámbito de la minería subterránea desempeñan un papel importante en la extracción de modo eficiente y seguro de minerales o recursos valiosos desde depósitos ubicados bajo la superficie terrestre. Hay que tener en cuenta que estos procesos son fundamentales para poder tener el acceso a los yacimientos minerales, a continuación, se exploran los aspectos clave que nos van a brindar una mayor visión de lo que es perforación y voladura dentro de la minería subterránea como son: Equipos de perforación con Maquina neumática , maquinas eléctricas , que son máquinas especializadas capaces de perforar barrenos en secuencia de uno, también se emplean diferentes tipos de perforadoras, entre las más comunes tenemos las NRP, YT29, YT28 y eléctricas las Bosch o Makita las cuales son de percusión o las rotativas, según las características geológicas del depósito y los requisitos de la mina.

Esta tesis busca profundizar en el análisis y la optimización de estos dos elementos clave, explorando su impacto obtenido dentro de la eficiencia operativa, la seguridad laboral y el impacto ambiental.

En el contexto de un proyecto minero subterráneo en toda la zona de Pataz, el área de operaciones unitarias encargada de la perforación y voladura desempeña un papel crucial y constituyen todo el del ciclo de minado, ya que al realizar esta operación en mención se logran obtener volúmenes de extracción y los datos que nos van a ayudar a sobrellevar las necesidades de sostenimiento en el área de operaciones. De manera que, si estas fallan, se van a ver afectados todos los procesos, la producción y a la optimización de la productividad propiamente dicha. Ahora para poder tener acceso a un trabajo de calidad y con un alto beneficio económico debemos tener en cuenta seguir los lineamientos necesarios y orientados a un trabajo de calidad y seguro. Este proceso de Perforación y Voladura no solo proporciona las herramientas y lineamientos necesarios, sino que también contribuye con ideas valiosas y establece procedimientos estándar para la perforación de frentes. Este enfoque se adopta con el objetivo principal de asegurar una detonación precisa de los frentes, cumpliendo con las metas de

producción, avance y desarrollo del proyecto. Además, se busca garantizar un entorno de trabajo seguro para todos los empleados involucrados.

Ignorar los aspectos técnicos y prácticos en esta fase del proyecto nos va a conllevar a riesgos significativos, como pérdida de equipos, mal sostenimiento y especialmente en lo que respecta a la seguridad en la minería subterránea la cual en la actualidad es considerada como unas de las actividades de más alto riesgo y en donde hay que ser cautelosos y precavidos al realizar trabajos de esta modalidad.

En muchas ocasiones y por no decirlo en la práctica de la minera artesanal, la falta de enfoque técnico y falta de profesionales con conocimientos conduce a un aumento en las tasas de accidentes, y esto suele ser el resultado de la adopción de métodos empíricos para llevar a cabo las explosiones de roca. Estos enfoques empíricos que se usan desde tiempos antiguos a la actualidad son el factor riesgo, aunque pueden parecer inicialmente eficientes en términos de recursos ya que se usa la cantidad mínima de recursos materiales y humanos, tenemos a consecuencia que resultan contraproducentes al no cumplir con las metas de producción planificadas, por falta de una noción de trabajo eficaz y seguro. En algunos casos, incluso pueden dar como resultado una producción inferior a lo esperado, conjuntamente a pérdida de vidas humanas y pérdidas de equipos.

En contraste, trabajar con técnicas apropiadas, basadas en estándares y con un enfoque en la seguridad, garantiza una producción óptima en la explotación de labores subterráneas. Este enfoque no solo mejora la eficiencia en el uso de recursos, sino que también asegura que el proyecto cumpla con sus objetivos de producción de manera segura y eficaz. Por lo tanto, es esencial priorizar la formación técnica y el cumplimiento de los procedimientos estándar en proyectos mineros subterráneos para garantizar resultados exitosos y la seguridad de todos los trabajadores involucrados, así lo estipula el MINEM (2022) en su artículo de Producción Minera Anual.

En el ámbito internacional según Fadillah (2018) quien realizó una investigación para poder evaluar el control de la fragmentación que posee la roca en perforaciones subterráneas en una mina en Indonesia. Según resultados podemos ver que fue una investigación de carácter cuantitativo y aplicada en la que se logró obtener la fragmentación de gran tamaño en el sistema de voladura en el agujero largo fue de 34%. Este estudio mostró preocupación sobre cómo reducir la fragmentación de gran tamaño a optimizar la actividad de la mina. Al mejorar la técnica de perforación como acortar la distancia de los pozos, cambiar el patrón de voladura, instalar tubería de plástico y estandarizar los explosivos y el retraso patrón, la fragmentación

de gran tamaño se puede reducir. El resultado del estudio, indica que el sobredimensionado puede ser reducidos al 14% y ayudan al minero a realizar una actividad minera eficaz y eficiente. Concluyó que la técnica de perforación improvisación puede ser la clave para controlar la fragmentación de la roca.

Yakubovskiy y Sankovsky (2017) elaboraron un estudio para evaluar los patrones de fragmentación de las explosiones en diferentes condiciones mineras y geológicas. Fue una investigación de enfoque cuantitativo y de tipo descriptivo aplicado. En sus resultados, mostraron que la distribución del tamaño de las partículas a granel es uno de los parámetros más importantes para la extracción de minerales, ya que afecta significativamente el proceso de producción y el retorno de las ganancias. Se realizaron esfuerzos para estimar principios de diseño de voladuras efectivos que podrían aplicarse en cualquier condición geológica y técnica. Se sugieren tres invariantes como base para determinar los parámetros de perforación y voladura para los resultados de fragmentación esperados. Los resultados experimentales de explosiones se describen y analizan para estudiar la influencia de los parámetros de carga en la distribución del tamaño de partículas. Los resultados obtenidos podrían usarse para diseñar voladuras en tajos abiertos para obtener una distribución de tamaño de partículas predefinida.

Correa y Martínez (2017), elaboraron una tesis con el objetivo de diseñar un sistema de perforación y voladura en bancos de una mina de roca caliza en Colombia. La investigación fue realizada bajo enfoque cuantitativo de diseño descriptivo y aplicado. Los resultados permitieron determinar que las operaciones estudiadas carecían de criterios técnicos que pudiesen maximizar las operaciones sin afectar el entorno lo que ocasionaba un aumento en el costo de las operaciones tras los análisis respectivos se propuso un esquema de perforación balanceado que consideraba el impacto ambiental, la rentabilidad en el desarrollo de las operaciones y la mejora en el costo por metro cúbico de la producción. El estudio concluyó que uno de los elementos más relevantes para alcanzar las mejoras es dotar a la organización de un equipo de perforación acorde a sus dimensiones y con las características apropiadas y que la relación geométrica de la malla este alineada con las características de la roca tratada.

No yendo muy lejos sabemos que Chile presenta un tipo de minería mayormente superficial, no obstante también tiene labores subterráneas con lineamientos aceptables en cuanto a perforación y voladura, al igual que Chiquicamata presenta una de las minas más grandes a nivel nacional, sin embargo por subestimar y no poder tener una visión más panorámica dentro de una implementación con un estándar de perforación y voladura y operaciones en general, tuvo como consecuencia un accidente el 20 de julio del 2022 producto

de un mal manejo y ausencia de algunos estándares en las operaciones mineras, reduciendo así la producción en su mina, los métodos empíricos no solo afectan a la producción sino también a la seguridad de personal y maquinaria en una operación subterránea.

En el ámbito nacional, destaca el estudio de Chávez (2018), quien se propuso mejorar la granulometría en una mina mediante el diseño de una perforación y voladura con el uso del modelo de Holmberg. La investigación realizada bajo enfoque constructivo descriptivo y aplicado, demostró que la galería objeto de estudio presentaba deficiencias en los resultados de la voladura, lo que afectaba el ciclo de minado y la eficiencia económica del proceso. En vista de ello se calculó una nueva malla de perforación con el modelo mencionado a través de una caracterización de los parámetros físicos y mecánicos del macizo rocoso y las características

Por otro lado, de acuerdo a Jaime (2015), en Piura la producción de la mina Telfor se vio afectada directamente por la técnica de perforación y voladura de rocas, debido al cambio del tipo de roca en sus labores dejando casi en la bancarrota a sus inversionistas, siempre se tiene que hacer un estudio técnico para empezar a operar en una mina subterránea así lo estipula.

De acuerdo a Escobar (2023), en su entrevista La Pequeña minería también puede ser organizada y productiva. Podemos confirmar que en el ámbito local específicamente en Patáz, es una región con presencia establecida de la minería subterránea de todo tipo, tal es el caso de la mina La bonita, proyecto ejecutado por contratistas locales y cuya aplicación de un diseño óptimos en la malla de perforación para sus avances lineales luego de estar cuatro meses trabajando con una malla empírica hecha por los mineros artesanales, a pesar de eso lograron aumentar su producción significativamente y elevar así las ganancias netas para la empresa, así lo menciona.

Chillia es una región caracterizada por un poco presencia de la minería sin embargo no es extraño a aplicación de nuevos métodos y técnicas en su explotación, es el caso de la mina Esperanza María donde por mucho tiempo trabajaron con un avance mediocre debido al diseño empírico de su malla de perforación pero luego de apoyarse en externos, lograron implementar disparos de ocho pies a sus operaciones aumentando así su producción y ganancias, todo esto gracias al estudio técnico de personal especializado.

Para lograr cumplir con todos los parámetros y lineamientos de importancia en la ejecución de cualquier proyecto más aun en un proyecto minero es necesario que exista una serie de lineamientos y parámetros establecidos en perforación y voladura, específicamente, este proyecto de investigación busca demostrar que el método empírico que se viene usando en la mina Roca del obrero, Pataz, La Libertad, no es efectivo en cuanto a producción, en su avance

y costos , también encontrar el modo de mejorar las ganancias y eficiencia en las labores mediante la extensión de perforación en sus operaciones con aplicación de una malla previamente diseñando con parámetros físicos y de técnica los cuales tendrán una mejora significativa de producción y la mejora de sus operaciones.

La mina la Roca del Obrero se dirige a la exploración, el desarrollo continuo, la preparación y también a la explotación de las reservas de mineral aurífero. En la actualidad ya cuenta con tajos, galerías, cortadas, estocadas, tajos, labores de avance y subniveles, teniendo de uso único y exclusivo maquinas perforadoras RNP (Funcionan con aire comprimido), trabajando bajo todos los lineamientos de la provincia de Patáz, en el departamento de la Libertad.

En la galería 458 S, nivel 1100 de la mina la Roca del Obrero, se realizan trabajos de avance con los métodos tradicionales y convencionales con el uso de la perforación y voladura, en donde se está llevando una sección de labores de 1.8m x 1.8m. La limpieza del mineral en cada guardia se hace con Scoop de 1 Yd directamente a los carros mineros que tienen una capacidad de 1 tn y para ser llevados a su lugar de destino es necesario que sea acarreado por 3 trabajadores los cuales acomodan los carritos mineros y son extraídos a su punto de almacenamiento con un tractor minero.

El sostenimiento que se llegue a emplear (en los casos que requiera) se va a llevar a cabo con cimbra, cuadros de madera, puntales y Wood pack. La perforación en cada secuencia al iniciar labores se va a llevar a cabo con máquinas Jack Leg y con barrenos de 4pies.

La energía neumática que es requerida para realizar la perforación proviene de una compresora Dicsel, y el agua es captada de la caída de un río ubicado desde un punto más alto en la zona.

En el proceso de la voladura se usa la dinamita Famesa semi-gelatinosa tipo 65 7/8" x 7", y de accesorios de voladura se utiliza Carmex (para casos puntuales) o la mecha de seguridad Famesa (casi siempre) de igual modo el uso de Neiter (Mecha rápida) solo con el uso de Carmex, también fulminante común Fulmesa (denotador). Al momento que tenemos el frente cargado, el chispeo se va a realizar de manera manual, encendiendo una a una las mechas la cual va a dar inicio a la secuencia de explosiones.

A la actualidad luego de verificar las evidencias dentro de las operaciones de la mina La Roca del Obrero damos por efectivo que el avance es mínimo y decadente, por lo tanto, la producción que se obtiene es mínima en su mayoría.

Se tiene a bien afirmar que se genera dentro de todas las operaciones una rentabilidad satisfactoria pero no en su totalidad, debido a que existen diversas actividades que se llevan a cabo de modo empírico, llevada a cabo por los maestros de obra que laboran en dicha mina, lo cual conlleva a realizar las actividades de una manera informal sin optimizar los recursos que se emplean.

En este proyecto planteado de investigación que se está realizando, se trata de demostrar, que, al modificar la operación unitaria de perforación con sus dimensiones de 4 a 6 pies, lograremos aumentar de manera efectiva la productividad, la producción y el avance en la labor asignada en esta ocasión. Y entre las observaciones que se tuvieron al hacer la evaluación previa, podemos ver que el diseño de malla de perforación y voladura que se está usando, la realizan de modo artesanal y de modo empírico sin usar algún medio matemático para que la distancia de la perforación no sea la distancia real que debería tener de avance, si no quiere decir que dicho avance de esta distancia se ve afectada constantemente.

En ese sentido, se plantea el problema de investigación, ¿Cómo es la optimización de la malla de perforación para incrementar la productividad en la mina la Roca del Obrero, Patáz-La Libertad?; además se plantean los problemas específicos ¿Cuál es el análisis en la caracterización geomecánica para el diseño de la malla de perforación en la mina la Roca del Obrero, Patáz-La Libertad?, ¿De qué manera se Realiza la malla de perforación según la caracterización geomecánica en la mina la Roca del Obrero, Patáz-La Libertad? y ¿Cuál es el Análisis de los rendimientos con la implementación de la malla de perforación en la mina La Roca Del Obrero, Patáz-La Libertad?

El estudio de esta investigación se va a justificar de manera teórica en como la perforación y voladura en minería subterránea puede proporcionar una base sólida y razonada que respalde la relevancia e importancia del estudio realizado en la mina La Roca Del Obrero, Patáz-La Libertad.

Dada la situación del déficit en operaciones por aplicar métodos empíricos para realizar mallas de perforación de 4 pies en la mina la Roca Del Obrero y no tener resultados favorables en cuanto a producción y ganancia planteamos el problema general:

¿Cómo realizar la Optimización de la Malla de Perforación para incrementar la productividad en la mina La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad?

Planteándose los siguientes problemas Específicos:

- ✓ ¿Cuál es el Análisis en la caracterización geomecánica para la creación de un diseño nuevo de la malla de perforación en la mina La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad?
- ✓ ¿De qué manera se Realiza la creación de una malla de perforación según la caracterización geomecánica dentro de la mina La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad?
- ✓ ¿Cuáles es el Análisis de los rendimientos con el accionamiento de la malla de perforación en la mina La Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad?

La presente investigación se fundamenta en mejorar la fase de perforación y voladura para alcanzar un aumento en la producción de avances lineales. Un buen diseño y modelamiento de perforación y voladura reduce los costos por voladura, desgaste de brocas, desgaste de barras cónicas, etc.

La metodología aplicada es la de la investigación cuantitativa la cual se reconoce por recolectar y procesar un análisis de datos numéricos en las operaciones de perforación y voladura para describir lo visualizado, de igual modo para explicar o predecir fenómenos que se generan al momento de dar inicio a las operaciones. Este enfoque se basa en la recolectar los datos objetivos y medibles, utilizando métodos estadísticos para analizar patrones y relaciones ya que se busca resolver el gran problema del déficit en producción y las bajas ganancias dentro de la mina La Roca Del Obrero, Patáz- La Libertad.

Para poder llevar a cabo y desarrollar la investigación, se ha formulado el siguiente objetivo general:

Optimizar la malla de perforación para incrementar la productividad en mina la Roca Del Obrero, Patáz -La Libertad

Planteando los objetivos específicos:

- ✓ Analizar la caracterización geomecánica para el diseño de la malla de perforación en la mina La Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.
- ✓ Realizar la malla de perforación según la caracterización geomecánica en la mina La Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.
- ✓ Analizar los rendimientos con la implementación de la malla de perforación en la mina La Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.
- ✓ Determinar el costo beneficio con la implementación de la malla de perforación en la mina La Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.

De acuerdo a lo fijado y establecido en el problema general, se plantea de forma objetiva la hipótesis general de la siguiente manera:

El aumento de extensión de perforación de 4 a 6 pies permitirá incrementar la producción de la mina Roca del Obrero, Pataz La Libertad.

Y por consiguiente de acuerdo a lo que hemos establecido en los problemas específicos, se ha planteado como hipótesis específicas de la siguiente manera:

- ✓ El análisis de la caracterización geomecánica permitirá realizar el diseño de una malla de perforación en la mina La Roca Del Obrero, Patáz, La Libertad.
- ✓ Realizando una malla de perforación de 4 a 6 pies permitirá aumentar la producción en la mina La Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.
- ✓ Si se analiza los resultados obtenidos al realizar la implementación de la nueva malla de perforación de 4 a 6 pies le permitirá evaluar su efectividad en la mina Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.

Descripción de los antecedentes internacionales:

Villacrés (2016), en su investigación titulada “Optimización de costos al sistema de explotación subterránea en la veta Kathy de la empresa PRODUMIN S.A.”, orientándose a reducir los costos de explotación en minas subterráneas, con el método de corte y relleno, concluyendo que con el uso de este método se obtiene una mayor productividad a bajos costos.

Por otro lado, Muruaga (2016) en su investigación titulada “Selección de métodos de explotación para vetas angostas”, cuya finalidad fue ejecutar un método selectivo de vetas angostas según las características que esté presente en el terreno, concluyendo que debido a la existencia de inseguridad en la elección del método de explotación para las situaciones mostradas precedentemente, la cual hace referencia al estudio geomecánica del yacimiento (geometría del yacimiento, condiciones geotécnicas, estado tensional, orientación de las estructuras, orientación de la unidad de explotación).

Por otro lado, Grigaliunas (2016) en su investigación, “Diseño óptimo de minería subterránea auto soportada”, cuya finalidad fue diseñar un método de explotación mediante el sostenimiento auto soportado mediante el poder generar e implementar de un modelo de mejora que va a ayudar a obtener el layout adecuado para los caserones. Esto, con el fin de aumentar al máximo los beneficios obtenidos gracias a la mejora en la extracción para cualquier proyecto de explotación con características similares, concluyendo así con un modelo lineal ya permitió asegurar la optimización de un modelo lineal con niveles, resultando 17,17 % mayor en comparación al modelo heurístico, A su vez, el modelo lineal libre entrega resultados 4,70 %

mejores que el modelo restringido a niveles; pero a un costo computacional mayor (66 [hrs] extra).

Descripción de los antecedentes nacionales:

Chancasanampa (2019) tiene investigación titulada “Diseño de la malla de perforación y voladura para incrementar la productividad de tajeos en la compañía minera Great Panther Coricancha S.A.”, con el propósito de dar a conocer la posibilidad de incrementar la producción de material en los tajeos usando un diseño de malla completamente acorde a las características y necesidades en campo garantizando un ciclo de minado exitoso y beneficioso. En este trabajo se aplicó la metodología de tipo análisis comparativo en la producción de mineral en los tajeos antes y después aplicar un nuevo diseño de malla de perforación y voladura. Se concluye, en que La aplicación de este diseño de malla de perforación y voladura en el tajeo 068, nos permitió reducir daño a las paredes 0,03 m, etc. Culminando en el aumento en la producción de mineral del tajeo 068 a 4.5 TM/Hombre-gdía, además se redujo el tiempo en ciclo de minado a 11,2 días por disparo en el tajo, así mismo la dilución en 4,87 %.

Díaz & Sotelo (2019) es su proyecto que lleva por nombre “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”. Cuyo objetivo es lograr demostrar de manera práctica y sencilla la importancia de poder realizar un adecuado diseño de la malla de perforación y voladura. Los resultados obtenidos con el nuevo diseño son: el factor de potencia se vio reducido de 1,23 a 1,15 kg/t, un total 6,8 % de diferencia, mientras el avance por disparo se vio aumentado de 1,51 a 2,10 m, diferencia significativa de 39,2 % mientras que el factor de carga lineal paso de 23,24 a 21,02 kg/m reduciéndose en un 9,6 %; lo cual se traduce en un ahorro mensual por frente de trabajo de S/. 21 421,12. Concluyendo que de esto se concluye que mediante la correcta aplicación de los modelos matemáticos de Holmberg y sus colaboradores; y bajo sus parámetros es posible lograr una mejor construcción de la rejilla de perforación y voladura, lo que refleja claramente un mayor avance lineal.

Espinoza y Vásquez (2019) Para optar el título profesional de ingeniero de minas, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, presentaron la siguiente investigación titulada, “Estudio de la viabilidad técnica del incremento del metraje de avance por disparo en secciones 4x4 en mina Condestable”, con el objetivo de aumentar el rendimiento de los avances, conservando la productividad del equipo en labores de preparación, concluyendo que se logró

un avance mayor a 5 metros, realizando ³ arranques con taladros paralelos y dimensionando adecuadamente los taladros de alivio. Además, se consiguió reducir los metros perforados de 51,25 m con el jumbo de 14 pies a 38,76 m con el jumbo de 20 pies.

Roman (2019) una investigación titulada ² “Cambio de longitud de perforación de 4 a 6 pies para incrementar la producción en mina Profe, Llacubamba, La Libertad”. El propósito y/o finalidad principal fue dar a relucir que es posible usar medidas e implementar nuevas estrategias para incrementar el mineral producido en la mina ¹⁹ de la Sociedad Minera Fundición, estas medidas serán puestas en operaciones siempre y cuando la aplicación garantice una mejora mediante la comprobación de los pros y beneficios de la misma. Esta investigación es de tipo cuantitativo, experimental. Concluyendo que es posible ¹⁹ incrementar la producción de la ² sociedad minera Fundición, cambiando el tamaño de la perforación de 4 a 6 pies y que aplicando efectivamente los controles operacionales se puede hacer más eficiente el avance lineal proyectado.

Descripción de los antecedentes regionales:

Beltran (2020) es su investigación titulada ¹ “Diseño de malla de perforación y voladura para optimizar la productividad en una mina subterránea en Pataz La Libertad 2020”, cuyo propósito principal fue realizar una ² malla de perforación de acuerdo a las características geomecánicas del macizo rocoso, maquinaria empleada y técnicas de perforación y voladura, su metodología fue realizar ¹ un estudio de tipo descriptivo y aplicado enfocado a la investigación para mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias y reducir los costos operativos, los resultados de esta investigación fueron el incremento de los avances por disparo, reducción del factor de carga y un ¹ ahorro de 109,63 soles por metro lineal, optimizando la productividad en favor de la empresa. ⁸

Jeremías (2020) en su investigación titulada “Diseño de malla de perforación y voladura para mejorar la fragmentación de roca en Mina Paola de Compañía Minera San Lucas S.A.C.” cuya finalidad fue el de diseñar y establecer una nueva malla de perforación para así mejorar la ⁵ voladura, utilizando la teoría de Holmberg, optimizando y uniformizando la segmentación en aproximadamente cincuenta por ciento, presentando ¹⁰ tamaños inferiores o iguales a 12 ft tomando como referencia las características geomecánicas para un tipo de roca ² III-A, se redujo el factor de carga a 2,09 kg/m³ de explosivo por disparo, llevar un seguimiento en la actividad de perforación y en la voladura de rocas, además de discernir en el uso específico de explosivos para cada frente de trabajo dando énfasis en la medida a usar y la técnica a implementar teniendo

como resultado un reducción en el porcentaje de explosivo, finalizando en el cumplimiento mensual y anual de las metas establecidas en el departamento de planeamiento con una cuota de 3,48 metros lineales/disparo.

Hinostroza (2021) en su proyecto de investigación titulada “Diseño de malla de perforación y voladura en tajeos para incrementar producción en Unidad Minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A. – 2020” cuya finalidad fue el diseño de la malla de perforación y voladura en tajeos para observar su influencia en el incremento de la producción en la Unidad Minera San Andrés de Minera Aurífera Retamas S.A. Para tal fin se realizó un trabajo de investigación con el método científico, del nivel aplicada, del tipo explicativo y con el diseño cuasi experimental, obteniendo un resultado positivo en la producción por disparo de 9,856 TM/disparo, cuyo 95 % representa de la producción teórica de mineral contra los 80 % de producción obtenidos antes de la aplicación de este trabajo. Para la caja techo se uno voladura controlada mediante la perforación de taladros en línea para asegurar un disparo sin afectar al macizo rocoso de no interés, se optó por sustituir el EXSABLOCK, explosivo usando antes de esta investigación, por los tubos de PVC fijados con el explosivo EXADIT de 45 % y separados estratégicamente a lo largo del taladro, teniendo como resultado un disparo eficiente y controlado.

Torres (2023) en su trabajo de investigación titulado “Diseño de mallas de perforación mecanizada para mejorar indicadores y avances en labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.” cuya finalidad fue determinar de qué manera el diseño de las mallas de perforación influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en dicha unidad minera, teniendo como metodología la investigación aplicada descriptivo-explicativo, el diseño de investigación elegido fue el cuasi – experimental, teniendo como resultado una mejorado en la longitud de avance por disparo de 1,90 m se incrementó a 2,09 m; el factor de avance se mejoró en 10 % y permitirá cumplir con las programaciones de las labores de desarrollo. La disminución del 17 % de factor de carga representa una mejora notoria en los costos de uso de material explosivo para los disparos, reduciendo así de 2,92 kg/m³ de explosivo promedio a 2,40 kg/m³.

Descripción de las Bases teóricas

Al hacer mención a lo que viene a ser propiedades físicas de la roca se refieren a las características observables y mensurables que describen su estructura, composición y comportamiento en respuesta a fuerzas externas. Podemos diferir que estas propiedades son esenciales para comprender la idoneidad de la roca para diferentes aplicaciones como en este caso son la minería subterránea. Aquí se describen algunas propiedades y características físicas fundamentales de las rocas:

- Densidad:

La densidad de una roca se refiere a la masa contenida en una ³ unidad de volumen. La cual puede cambiar según la composición que posea el mineral y la porosidad de la roca.

- Porosidad:

La porosidad indica la proporción contenida de espacios vacíos (poros) en una roca en relación con su volumen total. ⁴⁴ Influye en la capacidad de retención de agua y otros fluidos.

- Permeabilidad:

La vamos a relacionar con la capacidad de una roca para permitir un flujo constante de fluidos a través de sus poros. Es crucial en la exploración de agua subterránea y en la extracción de hidrocarburos.

- Resistencia a la Compresión:

Sabemos que mide ⁴¹ la capacidad de una roca para soportar cargas aplicadas en dirección opuesta. Es vital en ingeniería civil y construcción, ya que determina la estabilidad de estructuras.

- Dureza:

La dureza nos indica la resistencia de una roca a ser rayada o penetrada. Se evalúa mediante pruebas como la escala de Mohs.

- ²⁶ Peso Específico:

El peso específico es el peso de una roca en relación con el peso del agua. Se utiliza para evaluar la flotabilidad y la estabilidad de las estructuras construidas con roca.

- Anisotropía:

La anisotropía ⁸ se refiere a la variación de las propiedades físicas de la roca según la dirección en la que se miden. Algunas rocas muestran anisotropía debido a su estructura cristalina o a la orientación de sus minerales.

- Conductividad Térmica:

La conductividad térmica indica la capacidad de una roca para conducir el calor. Es relevante en aplicaciones geotérmicas y en la evaluación de la respuesta térmica de estructuras construidas con roca.

- Color y Textura:

El color y la textura de una roca proporcionan información sobre su composición mineral y pueden influir en su uso estético o decorativo.

- Compacidad:

La compacidad se refiere a la cercanía y disposición de los granos minerales en una roca. Puede afectar propiedades como la porosidad y la permeabilidad.

Comprender estas propiedades físicas es esencial para realizar evaluaciones geotécnicas y tomar decisiones informadas en diversas aplicaciones industriales y científicas.

Las propiedades estructurales, geológicas, mecánicas y la ubicación de las rocas a triturar son fundamentales para determinar convenientemente en todos los aspectos el material explosivo a utilizar y la forma de detonarlo, por lo que es importante tener en cuenta adicionalmente las propiedades de un explosivo también incluyen las propiedades de la roca, que pueden verse influenciadas por los efectos de la voladura (Ayuque, 2020).

Clasificación geomecánica

En estructuras como túneles y terraplenes, las condiciones de inestabilidad se compensan con los cambios y anisotropías existentes. Por ejemplo, estratificación, juntas, fallas, la relación de estos últimos con dichos mecanismos de inestabilidad se define mediante una distribución de las discontinuidades; la presencia, naturaleza y características del relleno de las discontinuidades; las anomalías en las superficies de las discontinuidades y movimientos internos (Ayuque, 2020).

Figura 1.
Cuadro de resistencia a la compresión simple que posee la roca intacta.

RMR (1) RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE LA ROCA INTACTA							
Valor (MPa)	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25	1-5	< 1
VALORACIÓN	15	12	7	4	2	1	0

RMR (2+3) RQD Y ESPACIADO O SEPARACIÓN DE DIACLASAS																
Juntas por metro (J _v)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VALORACIÓN	40	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Juntas por metro (J _v)		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
VALORACIÓN		17	16	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9
Juntas por metro (J _v)		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
VALORACIÓN		9	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6

Nota: Tomado de *Fundamentos de la mecánica de Rocas* (p.112), R.Oyanguren ,2004.

Figura 2.
Cuadro de condiciones o estado de las discontinuidades

RMR (4) CONDICIONES O ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES					
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD	< 1m	1 - 3 m	3 -10 m	10 - 20 m	> 20 m
	6	4	2	1	0
APERTURA	0	<0,1 mm	0,1 - 1 mm	1 - 5 mm	> 5 mm
	6	5	4	1	0
RUGOSIDAD	MUY RUGOSA	RUGOSA	LIGER. RUGOSA	LISA	ESPEJO DE FALLA
	6	5	3	1	0
RELLENO	NO HAY	DURO CON ESPESOR < 5 mm	DURO CON ESPESOR > 5 mm	BLANDO CON ESPESOR < 5 mm	BLANDO CON ESPESOR > 5 mm
	6	4	2	2	0
GRADO DE METEORIZACIÓN	NO AFECTADO	LIGERO	MODERADO	ALTO	DESCOMPUESTO
	6	5	3	1	0

RMR (5) EFECTO DEL AGUA					
ESTADO	SECO	LIGER. HÚMEDO	HÚMEDO	GOTEANDO	CHORREANDO
VALORACIÓN	15	10	7	4	0

Nota: Tomado de *Fundamentos de la mecánica de Rocas* (p.112), R.Oyanguren ,2004.

Figura 3.
Cuadro de asignación de valores según el tipo de buzamiento de la excavación.

Dirección perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buz. 0-20°
Excavación hacia buzamiento		Excavación contra buzamiento				
Buz. 45-90°	Buz. 20-45°	Buz. 45-90°	Buz. 20-45°	Buz. 45-90°	Buz. 20-45°	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	Media
0	-2	-5	-10	-12	-5	-5

Nota: Tomado de *Fundamentos de la mecánica de Rocas* (p.112), R.Oyanguren, 2004.

Índice de calidad de la roca

Es un indicador muy útil dentro de una clasificación y caracterización del macizo rocoso en donde generalmente se utiliza para elegir el tipo de soporte a utilizar. Deere asigna un valor numérico porcentual a la calidad de la roca, con rangos de buena calidad desde el punto de vista de la ingeniería (Herrero, 2017).

Cada uno de estos factores dentro de la minería subterránea se logra determinar observando y analizando la geología del área y las características de la masa rocosa. Por consiguiente, el resultado del cálculo proporciona un número que se utiliza para clasificar la calidad de la roca. Cuanto mayor es el valor de Q, mejor se considera la calidad de la roca para proyectos de excavación y construcción subterránea.

El saber interpretar el Índice de Calidad de la Roca permite a los ingenieros y geólogos estimar la resistencia de la roca, prever posibles problemas durante la perforación y voladura en mina subterránea para luego tomar decisiones informadas sobre las técnicas de el soporte necesario en proyectos subterráneos. Es esencial en la planificación y el diseño de labores subterráneas dentro de la mina, cimentaciones y otras estructuras que involucren excavaciones en masa rocosa.

Materiales que se explotan

Las vetas que se encuentran en toda la extensión las cuales son de cuarzo en su gran mayoría, las cuales alojan a la pirita aurífera y esta mineralización está conectada en el batolito de Pataz-Buldibuyo, el cual está constituido por granodioritas y dioritas, del mismo modo las filitas del Complejo del Marañón.

Explosivo

Podemos mencionar que esta es una sustancia creada por el hombre, que al ser estimulada por un impulso (calentamiento, fricción u onda de choque) produce, mediante reacciones químicas de reducción de óxidos una inmediata reacción exotérmica, liberando una acción calorífica y una cantidad basta de gas bajo una enorme presión, que al dilatarse producen mecánicamente. trabajo (aplicado en la rotura de materiales, que constituye la "Técnica de Voladura de Roca") en un período de tiempo muy corto, milésimas de segundo (Espinoza y Vásquez, 2019).

Un explosivo viene a ser una sustancia o una colisión de sustancias que experimenta una reacción química extremadamente rápida, liberando una gran cantidad de energía en forma de gas caliente, luz, sonido y una onda de choque. Esta reacción química se conoce como detonación y es lo que caracteriza a un explosivo. Los explosivos son utilizados en una variedad de aplicaciones, que incluyen la minería, la construcción, la demolición, así como propósitos militares.

Algunas características clave de los explosivos son:

- Sensibilidad a la Iniciación:

Los explosivos pueden ser sensibles a factores como el calor, la fricción, la electricidad estática o la presión. Estos factores pueden iniciar la reacción de detonación.

- Velocidad de Detonación:

Es la rapidez a la cual la onda de choque se expande a través del explosivo durante la detonación. Esta velocidad puede variar según el tipo de explosivo.

- Efectos de la Detonación:

Los efectos de la detonación incluyen la liberación de gases, calor, luz y una onda de choque. Estos efectos son aprovechados en diversas aplicaciones, desde la fragmentación de rocas en minería hasta la demolición controlada de estructuras.

- Clasificación:

Los explosivos se clasifican en función de su velocidad de detonación, sensibilidad y otros atributos. Algunos ejemplos incluyen explosivos de alta velocidad, de baja velocidad y explosivos iniciadores.

- Usos Comunes:

Los explosivos se utilizan en la minería para la voladura de rocas, en la construcción para demolición controlada, en aplicaciones militares para propósitos tácticos y estratégicos, y en la industria pirotécnica para la creación de efectos visuales y sonoros.

- **Composición:**

Los explosivos pueden consistir en una mezcla de sustancias químicas que proporcionan una fuente de oxígeno y combustible para mantener la reacción en cadena durante la detonación.

Es crucial manejar y utilizar explosivos con extrema precaución debido a su capacidad para causar daños significativos si no se gestionan adecuadamente. La seguridad y la capacitación son aspectos fundamentales en la manipulación y aplicación de explosivos en diversas industrias.

Exploración de labores

Es la actividad que consiste en la búsqueda de yacimientos minerales rentables con suficiente tiempo de vida. La exploración se realiza a través de actividades en profundidad conocidas como cortes, que consisten en ingresar a la corteza terrestre con el objetivo de encontrar áreas mineralizadas (Palomino, 2016).

La "exploración de labores" se refiere a la investigación o inspección detallada de una mina, túnel u otra excavación subterránea con el objetivo de lograr hacer una evaluación de la geología, determinar la calidad del depósito mineral y planificar la extracción de recursos de manera eficiente. Este proceso es esencial en la industria minera y en proyectos de construcción subterránea, ya que proporciona información clave para la toma de decisiones con respecto a la viabilidad económica y técnica de la operación. Algunos aspectos que pueden estar involucrados en la exploración de labores incluyen:

- **Muestreo Geológico:**

Recopilación de muestras de rocas y minerales para evaluar la composición geológica del subsuelo. Esto puede implicar la toma de testigos, la extracción de muestras a través de perforaciones y la realización de análisis de laboratorio.

- **Análisis Geotécnico:**

Es realizar una evaluación de las propiedades geotécnicas de las rocas, incluida la resistencia, la deformabilidad, la permeabilidad y otras características que afectan la estabilidad de las excavaciones subterráneas.

- **Levantamientos Topográficos:**

Realización de levantamientos topográficos detallados para comprender la configuración del terreno, la ubicación precisa de la excavación y las características geográficas circundantes.

- **Pruebas de Perforación:**

Utilización de equipos de perforación para realizar perforaciones exploratorias y obtener información sobre las capas geológicas subterráneas, la calidad de la roca y la presencia de recursos minerales.

- **Análisis de Datos Sísmicos:**

Aplicación de técnicas sísmicas para lograr obtener cierta información sobre la estructura y las características de las capas subterráneas mediante el estudio de las ondas sísmicas generadas.

- **Mapeo de Discontinuidades:**

Identificación y mapeo de discontinuidades en la roca, como fallas o fracturas, que pueden influir en la estabilidad y la seguridad de las labores subterráneas.

- **Estudios de Agua Subterránea:**

Evaluación de la presencia y el comportamiento del agua subterránea, ya que puede afectar la seguridad de las excavaciones y tener implicaciones en la operación de la mina o la construcción subterránea.

La exploración de labores es un componente crucial en la planificación y desarrollo de proyectos subterráneos, permitiendo a los ingenieros y geólogos tomar decisiones informadas sobre la viabilidad y seguridad de las operaciones.

Explotación de labores

Para ello se desarrollan obras como galerías, sótanos y fosos. El método de extracción a utilizar depende de las condiciones y el tamaño del depósito. La extracción se realiza por medio de la perforación de pozos en el mineral que luego se cargan con explosivos, que al ser detonados hacen que el mineral se fragmente y este producto es cargado y transportado al lugar de almacenamiento (Palomino, 2016).

"Explotación de labores" hace referencia al proceso de extraer recursos naturales o minerales de excavaciones subterráneas. Ahora podemos decir que hace referencia al conjunto de actividades adjuntas con la extracción y procesamiento de minerales de la tierra para su uso económico. Este proceso implica la creación y operación de labores subterráneas o a cielo abierto, dependiendo de la naturaleza del depósito mineral y de otros factores económicos y geológicos.

Algunos aspectos clave de la explotación de minas incluyen:

Excavación:

Creación de labores subterráneas (túneles, galerías, pozos) o a cielo abierto (canteras, minas a tajo abierto) para acceder a los depósitos minerales.

Extracción de Minerales:

Utilización de maquinaria y métodos para extraer los minerales del depósito. Esto puede implicar la perforación, voladuras y la carga del material extraído.

Transporte:

Movimiento del mineral desde el lugar de extracción hasta la planta de procesamiento. Esto puede involucrar cintas transportadoras, camiones, ferrocarriles, etc.

Procesamiento:

Tratamiento del mineral para separar los minerales útiles de los desechos. Esto puede implicar trituración, molienda, separación por gravedad, flotación, etc.

Almacenamiento y Envío:

Almacenamiento temporal del mineral procesado antes de ser enviado a su destino final, ya sea para su venta o para ser refinado aún más.

Rehabilitación:

Restauración del área afectada por la explotación de la mina, con el objetivo de devolverla a su estado original o de crear un uso sostenible del terreno.

La explotación de minas es una industria clave para la obtención de materiales esenciales en la construcción, la industria manufacturera y la generación de energía. Sin embargo, es importante gestionarla de manera sostenible y minimizar los impactos ambientales y sociales.

Perforación

Perforación como primera operación cuyo objetivo es abrir agujeros con la intención de recibir la carga de explosivos y sus accesorios de encendido. La calidad de una buena punta está determinada por condiciones tales como: diámetro; que se basará en el uso, la longitud que dependerá de la capacidad que puede poseer el equipo de perforación y el plomo que se desee por carrera, la rectitud es un estándar sumamente importante ya que de esto dependerá el paralelismo de los agujeros y la distribución de la carga. , y finalmente la estabilidad que permitirá que las sembradoras permanezcan abiertas hasta el momento de la carga, ya que en determinadas zonas por el hecho de estar en suelo suelto tiende a desmoronarse (Herrero, 2017).

La perforación en minería subterránea es una actividad esencial que se realiza para crear galerías, túneles, pozos y otras excavaciones necesarias para la extracción de minerales o recursos valiosos desde depósitos ubicados bajo la superficie de la tierra. La perforación subterránea se lleva a cabo con el objetivo de acceder a los yacimientos minerales de manera eficiente y segura. Aquí se describen algunos aspectos clave de la perforación en mina subterránea:

- Equipos de Perforación:

Se utilizan equipos de perforación especializados diseñados para operar en entornos subterráneos. Los equipos pueden ser montados sobre orugas o rieles para facilitar su movilidad en espacios confinados.

- Tipos de Perforadoras:

Existen varios tipos de perforadoras, como las de percusión y las rotativas, cada una con sus propias aplicaciones. Las perforadoras jumbo son comúnmente utilizadas, ya que permiten la perforación de varios barrenos simultáneamente.

- Planificación de Perforación:

La planificación precisa de la perforación es esencial para determinar la disposición de los barrenos. Factores como la geología del depósito, la orientación de las capas y la resistencia del material influyen en el diseño de la perforación.

- **Técnicas de Perforación:**

La perforación puede realizarse mediante técnicas convencionales o avanzadas. Algunas técnicas incluyen la perforación por percusión, la perforación rotativa y la perforación con martillo en cabeza.

- **Control de Polvo y Ventilación:**

La perforación genera polvo, por lo que es crucial implementar sistemas efectivos de control de polvo y ventilación para poder mantener condiciones de trabajo seguras y cumplir con los estándares ambientales.

- **Monitoreo y Evaluación:**

Se lleva a cabo un monitoreo constante durante el proceso de perforación para evaluar la calidad de la roca perforada y realizar ajustes según sea necesario.

- **Seguridad:**

La seguridad es una prioridad en la perforación subterránea. Se implementan medidas de seguridad para prevenir accidentes, como el uso constante de equipos de protección personal y la capacitación adecuada para los operadores.

- **Eficiencia y Costos:**

La optimización de la perforación busca mejorar la efectividad operativa obtenida y disminuir los costos. Se pueden implementar tecnologías avanzadas para lograr perforaciones más precisas y rápidas.

La perforación en minería subterránea es una fase crítica que influye en el éxito general de la operación. La investigación continua y la aplicación de tecnologías avanzadas contribuyen a mejorar la eficiencia y la seguridad de este proceso.

Perforación optima

Para que la perforación sea eficiente, debe cumplir con estándares, ya que de esta manera cada metro perforado corresponde al metro avanzado, lo que se traduce en una propulsión eficiente. Para un avance eficiente, es necesario respetar ciertos estándares como el paralelismo de los agujeros, utilizando guías para controlarlos y de esta manera evitar la interceptación de agujeros, siendo la tensión uniforme en todo el agujero para dar una rotura razonable y lograr su singularidad. Una alimentación más eficiente, después de todo, el espaciado de los agujeros contribuye a que se rompa uniformemente y no hay tiros rotos (Reyes, 2019).

La perforación óptima en minería subterránea implica realizar la actividad de manera eficiente, segura y rentable, maximizando la recuperación de minerales y minimizando los impactos ambientales. A continuación, se presentan algunos aspectos clave para lograr una perforación óptima:

- **Planificación Detallada:**

Realizar una planificación minuciosa antes de iniciar cualquier perforación. Esto implica considerar la geología del depósito, la ubicación de los minerales, la orientación de las capas, entre otros factores.
- **Selección del Equipo de Perforación:**

Utilizar equipos de perforación adecuados y bien mantenidos para la tarea específica. La elección del equipo debe basarse en la geología del depósito, la profundidad de la perforación y la eficiencia operativa.
- **Diseño Eficiente de Perforación:**

Diseñar patrones de perforación eficientes que maximicen la recuperación de minerales y minimicen los costos. La orientación de los barrenos y la disposición en la roca deben ser cuidadosamente planificadas.
- **Técnicas de Perforación Avanzadas:**

Adoptar técnicas avanzadas de perforación, como perforación con control automático, sistemas de navegación y monitoreo en tiempo real para optimizar la precisión y la velocidad.
- **Control de Polvo y Ventilación:**

Implementar sistemas efectivos de control de polvo y ventilación para poder tener un ambiente de trabajo que sea seguro y cumplir con los estándares ambientales.
- **Monitoreo Continuo:**

Monitorear continuamente el proceso de perforación para evaluar la calidad de la roca perforada y realizar ajustes según sea necesario. El monitoreo puede incluir análisis de testigos, mediciones de vibraciones y control de la velocidad de penetración.
- **Capacitación del Personal:**

Proporcionar capacitación adecuada al personal que realiza las perforaciones. Esto incluye la seguridad dentro de la operación de los equipos, la identificación de posibles problemas y la respuesta rápida a situaciones inesperadas.

- **Minimización de Residuos:**

Diseñar patrones de perforación que minimicen los residuos y maximicen la recuperación de minerales valiosos. Esto contribuye a una operación más sostenible.

- **Implementación de Tecnologías Digitales:**

Utilizar tecnologías digitales, como la telemetría y la monitorización remota, para recopilar datos dentro del margen de tiempo real y mejorar del mismo modo la toma de decisiones.

- **Rehabilitación Sostenible:**

Planificar la rehabilitación de las áreas perforadas de manera sostenible para minimizar el impacto ambiental y restaurar la zona de acuerdo con los estándares ambientales.

La perforación óptima no solo implica la eficiencia en la extracción de minerales, sino también practicar de manera constante lo que viene a ser seguridad de los trabajadores y practicar el respeto por el medio ambiente. La aplicación de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles contribuyen a la consecución de estos objetivos.

Fracturación del material

Es el momento de penetración en sí y consiste en aplicar fuerza y esfuerzo al pozo (y este se transfiere a la broca) para que se ¹⁰ supere la resistencia que posee la compresión de la roca, y de esta manera se rompa. para mantener la formación de pequeños fragmentos de roca o detritos (Rodríguez, 2019).

La fracturación del material hace referencia al proceso por el cual un material se rompe o se divide en fragmentos más pequeños debido a la aplicación de fuerzas externas. Este fenómeno puede ocurrir en una variedad de materiales, desde rocas y minerales hasta metales y materiales compuestos. La fracturación puede tener lugar de diversas formas, y a continuación se describen algunos de los aspectos clave:

- **Tipos de Fracturación:**

³¹ Fractura Dúctil: Implica la deformación plástica del material antes de la ruptura. Los materiales dúctiles, como algunos metales, pueden experimentar un estiramiento antes de romperse.

Fractura Frágil: Ocurre cuando un material se rompe con poca o ninguna deformación plástica. Los materiales frágiles, como el vidrio o la cerámica, tienden a romperse sin deformación previa.

Fractura por Fatiga: Es lo que se obtiene con una acumulación de pequeñas grietas debido a la aplicación repetida de tensiones cíclicas. Este tipo de fractura es comúnmente verla en materiales sometidos a carga cíclica, como componentes mecánicos.

- **Factores que Influyen en la Fracturación:**

Propiedades del Material: La composición y estructura del material afectan su comportamiento frente a la fracturación. Materiales con enlaces fuertes tienden a experimentar fracturas más dúctiles, mientras que los enlaces más débiles pueden resultar en fracturas frágiles.

Condiciones Ambientales: La temperatura, la presión y la presencia de sustancias químicas pueden influir en la manera en que un material se fractura.

Tensiones Aplicadas: La magnitud y la dirección de las tensiones aplicadas son cruciales para determinar el tipo de fractura que puede ocurrir.

- **Mecanismos de Fracturación:**

Grietas y Fallas: Las grietas y fallas en un material pueden propagarse y conducir a su fracturación. La presencia de defectos o discontinuidades internas puede ser un factor contribuyente.

Impacto: Un golpe repentino o impacto puede causar fracturas en materiales, especialmente en aquellos que son más frágiles.

Carga Excesiva: La aplicación de cargas superiores a la resistencia del material puede llevar a la fracturación.

- **Importancia Práctica:**

Ingeniería Estructural: La comprensión de la fracturación es esencial en la ingeniería estructural para diseñar estructuras que minimicen el riesgo de fractura bajo diversas condiciones.

Industria Minera: En la extracción de minerales, la fracturación del material rocoso puede ser controlada y utilizada para facilitar la extracción mediante técnicas como la voladura.

Materiales Compuestos: En la fabricación de materiales compuestos, es crucial comprender cómo los diferentes componentes se comportan frente a la fracturación para garantizar la durabilidad y la resistencia del material final.

La fracturación del material es un fenómeno complejo que se estudia en varias disciplinas científicas e ingenieriles para comprender sus causas, mecanismos y consecuencias.

Evacuación de detritos

Para avanzar bien, los escombros deben ser retirados inmediatamente, luego de lo cual se limpia el taladro, de esta manera no se obstaculiza, el escombros, de lo contrario se convertiría en un desperdicio inútil de las brocas y agujeros además de posibles inclusiones del mismo (Rodríguez, 2019).

La evacuación de detritos se refiere al proceso de remover y trasladar material suelto, desechos o escombros de un lugar específico. Este proceso es particularmente relevante en situaciones donde la acumulación de detritos podría representar un peligro para la seguridad, la salud o la operación de ciertas instalaciones. Aquí hay algunas situaciones comunes en las que se realiza la evacuación de detritos:

- Operaciones de Minería:

En la minería, especialmente en las minas a cielo abierto, se genera una basta cantidad de material suelto durante la extracción de minerales. La evacuación de detritos es esencial para mantener áreas de trabajo seguras y permitir la continuidad de las operaciones.

- Deslizamientos de Tierra:

Después de eventos naturales como deslizamientos de tierra, es necesario evacuar los detritos que obstruyen caminos, carreteras o áreas residenciales. Esto se hace para restaurar la accesibilidad y prevenir riesgos adicionales.

- Desastres Naturales:

Tras terremotos, inundaciones u otros desastres naturales, la evacuación de detritos es crucial para despejar áreas afectadas y facilitar las operaciones de rescate y reconstrucción.

- **Construcción y Demolición:**

Durante proyectos de construcción y demolición, se generan grandes cantidades de escombros y materiales de desecho. La evacuación eficiente de estos detritos es esencial para mantener un lugar de trabajo ordenado y seguro.

- **Despeje de Calles y Carreteras:**

Después de tormentas, huracanes o eventos climáticos, la evacuación de detritos es necesaria para despejar calles y carreteras, permitiendo el acceso de vehículos de emergencia y el tráfico normal.

- **Eliminación de Residuos Peligrosos:**

En situaciones donde hay residuos peligrosos, como en vertederos o áreas industriales, la evacuación adecuada de detritos es crítica para minimizar los impactos ambientales y proteger la salud pública.

- **Incendios Forestales:**

Después de incendios forestales, la evacuación de detritos quemados y otros materiales es fundamental para ayudar en la restauración del ecosistema y prevenir la erosión del suelo.

- **Proyectos de Excavación:**

En proyectos de excavación, ya sea para construcción, minería o desarrollo de infraestructura, la evacuación de detritos es necesaria para mantener un frente de trabajo seguro y eficiente.

La evacuación de detritos implica una planificación cuidadosa, selección de equipos apropiados y disposición adecuada de los materiales retirados. En muchos casos, se implementan medidas para reciclar o reutilizar los detritos siempre que sea posible, promoviendo prácticas sostenibles.

Barras cónicas

Responsable de la transferencia de energía de la máquina al taladro. a un extremo. Las barras son hexagonales y tienen un vástago forjado en un extremo y una broca en el otro. Las barras cónicas están disponibles en diferentes tamaños, los más comunes son los de 4 y 6 pies de largo, pero hay más tamaños (Solorzano, 2019).

Barrenos

Los barrenos en el contexto de perforadoras neumáticas se refieren a los agujeros o perforaciones que se crean en el suelo o la roca mediante la acción de la perforadora. Estos barrenos son cruciales en diversas aplicaciones, como la minería, la construcción, la exploración geotécnica y la demolición. Aquí hay información sobre los barrenos y cómo se utilizan con perforadoras neumáticas:

Estos barrenos perforan para acceder a capas de roca, minerales u otros materiales subterráneos. Pueden ser utilizados para la voladura en minería, la instalación de anclajes en construcción, la exploración de suelos y la demolición, entre otras aplicaciones. Los barrenos pueden variar en tamaño y profundidad según el propósito específico y tamaño de la barra cónica usada. En la minería, por ejemplo, los barrenos tienen una profundidad de acuerdo a lo fijado por la malla de perforación para la inserción de explosivos. Por otro lado, la forma de los barrenos puede variar, y comúnmente se perforan de forma cilíndrica. Sin embargo, en algunas aplicaciones, se pueden utilizar barrenos cónicos o con diseños específicos según los requisitos del proyecto.

Brocas

Se encarga de mitigar la energía dentro del sistema aplicando energía mecánica a la roca y permitiendo que penetre en ella. Las brocas utilizadas son las brocas desechables de botón balístico de 36 mm y 38 mm (Solorzano, 2019).

En la industria minera, las brocas desempeñan un papel crucial en la perforación de rocas y suelos para acceder a depósitos minerales. La elección de la broca adecuada dependerá del tipo de formación geológica, la dureza de la roca y otros factores específicos del sitio. Aquí hay algunos tipos comunes de brocas utilizadas en la minería:

- **Brocas Tricónicas (o Brocas de Tres Conos):**

Son brocas rotativas que tienen tres conos giratorios con cortadores. Estas brocas son efectivas para perforar formaciones sedimentarias blandas y duras, como areniscas y calizas.
- **Brocas Diamantadas:**

Equipadas con segmentos de diamante en la punta, son ideales para perforar rocas extremadamente duras, como granito o kimberlita. Proporcionan una alta velocidad de penetración y una larga vida útil.
- **Brocas de Martillo en Fondo (Down-the-Hole, DTH):**

Se utilizan con martillos en fondo y están diseñadas para perforar rocas duras y abrasivas. Son comunes en la minería de canteras y la perforación de pozos de agua.

- **Brocas de Botones de Carburo de Tungsteno:**
Tienen insertos de carburo de tungsteno en la punta que facilitan la perforación en rocas duras y abrasivas. Son ampliamente utilizadas en la perforación de minería a cielo abierto.
- **Brocas de Martillo en Cabeza (Top Hammer):**
Utilizadas con martillos en la parte superior del taladro, son efectivas para la perforación en rocas duras y se utilizan comúnmente en minería subterránea y en aplicaciones de construcción.
- **Brocas de Circulación Inversa (Reverse Circulation, RC):**
Estas brocas se utilizan para la perforación de muestras en exploración mineral. El material perforado se extrae hacia la superficie a través del interior de la broca.
- **Brocas de Corte Continuo (Continuous Miner):**
Se utilizan en máquinas de minería continua para cortar y extraer carbón o minerales en una operación continua. Estas brocas son fundamentales en la minería de carbón subterránea.
- **Brocas de Perforación Direccional:**
Utilizadas para perforación direccional controlada, estas brocas son fundamentales en proyectos donde se requiere perforar en ángulos específicos.
- **Brocas de Perforación de Pilotes:**
Utilizadas en la construcción de cimientos de pilotes, estas brocas perforan a través de capas de suelo y roca para colocar pilotes de apoyo.

La elección de la broca en la minería depende de factores como la formación geológica, la resistencia de la roca, la profundidad de perforación y el tipo de operación minera. Es importante seleccionar la broca adecuada para garantizar una perforación eficiente y segura.

24

Malla de perforación y voladura

Explica como del grupo de taladros que se realizan en un tramo dado siguiendo una serie de estándares, el diseño de la malla dependerá del tipo de roca, el equipo de perforación, el tamaño del tramo y más. Una malla de perforación consta de algunas partes como remolques, corona, escuadras, ayudas y arrancadores (Vidal y Correa, 2017).

¹⁸ La malla de perforación y voladura es una técnica utilizada en minería y construcción para planificar y ejecutar la perforación de barrenos y la detonación de explosivos de manera eficiente y segura. Este enfoque implica la creación de un patrón regular de perforación en una roca o terreno antes de llevar a cabo la voladura controlada. Aquí hay algunos aspectos clave de la malla de perforación y voladura:

- **Diseño de la Malla:**

La malla de perforación y voladura implica el diseño de un patrón específico de perforación en la roca. Esto puede incluir la disposición de los barrenos, la separación entre ellos y el ángulo de perforación.

² El diseño de la malla de perforación es un proceso fundamental en la planificación de operaciones de voladura en la minería y la construcción. Consiste en determinar la disposición, el tamaño y la orientación de los barrenos de perforación para lograr una fragmentación controlada de la roca, maximizar la eficiencia de la voladura y garantizar la seguridad en el sitio. Aquí hay algunos pasos importantes en el diseño de la malla de perforación:

Evaluación del Sitio:

Comprender la geología local y las características de la roca, incluida su dureza, estructura y presencia de discontinuidades. Esto ayudará a determinar qué tipo de patrón de perforación será más efectivo.

Definición de Objetivos:

Establecer los objetivos específicos de la voladura, como la fragmentación deseada, la distribución del material rocoso y la seguridad en el sitio. Esto guiará el diseño de la malla.

Selección del Patrón de Perforación:

Elegir el patrón de perforación adecuado según los objetivos y la geología del sitio. Algunos patrones comunes incluyen el patrón en cuadrícula, el patrón en abanico, el patrón en espiral y el patrón en círculo.

Determinación del Espaciamiento y el Burden:

Calcular el espaciado entre los barrenos y el burden (distancia entre filas de barrenos) para asegurar una fragmentación adecuada y una distribución uniforme del material rocoso. Esto dependerá de factores como la dureza de la roca y el tamaño de los barrenos.

Consideración de la Carga Explosiva:

Determinar la cantidad y el tipo de explosivo que se utilizará en cada barreno en función del diseño de la malla y los objetivos de voladura. Esto afectará la distribución de la energía explosiva y la fragmentación resultante.

Planificación de la Secuencia de Perforación:

Establecer la secuencia en la que se perforarán los barrenos para garantizar una voladura eficiente y segura. Esto puede incluir consideraciones de acceso, seguridad y optimización del tiempo de perforación.

Evaluación de Seguridad:

Evaluar los riesgos potenciales asociados con la voladura, como la vibración, el desprendimiento de rocas y el polvo. Implementar medidas de seguridad adecuadas para mitigar estos riesgos.

Monitoreo y Ajuste:

Monitorear la eficacia de la voladura y la fragmentación resultante mediante inspecciones visuales y análisis de la calidad del material rocoso. Realizar ajustes en el diseño de la malla según sea necesario para optimizar los resultados.

Registro y Documentación:

Mantener registros detallados de los diseños ⁵ de la malla de perforación utilizados, los resultados de las voladuras y cualquier ajuste realizado. Esto proporcionará información valiosa para futuras operaciones en voladura.

El diseño de la malla de perforación requiere un enfoque cuidadoso y una comprensión profunda de la geología del sitio, los objetivos de voladura y las prácticas de seguridad. La colaboración entre ingenieros de voladuras, geólogos y personal de operaciones es fundamental para lograr resultados óptimos.

Tamaño de los Barrenos:

La selección del tamaño de los barrenos es crucial y depende de factores como ³² la dureza de la roca, el tipo de explosivo utilizado y los objetivos de la voladura. Barrenos más grandes pueden ser necesarios para fragmentar rocas más duras.

Distribución Espacial:

La malla se diseña considerando la distribución espacial de los barrenos para lograr una fragmentación controlada y una distribución uniforme de la roca después de la voladura.

Secuencia de Perforación:

La secuencia en la que se perforan los barrenos es importante. Se pueden utilizar patrones de perforación ascendente o descendente, dependiendo de la geología del sitio y de los objetivos específicos.

Control de Vibraciones y Fragmentación:

La malla de perforación y voladura también tiene en cuenta la necesidad de controlar las vibraciones y la fragmentación resultante de la voladura para minimizar impactos no deseados y garantizar la seguridad.

Uso de Cargas Explosivas:

Se determina la cantidad y tipo de explosivo que se utilizará en cada barreno, considerando la dureza de la roca y los objetivos de fragmentación. Esto ayuda a controlar la energía liberada durante la voladura.

Seguridad

La seguridad es una consideración fundamental, la cual vamos a ver en la malla de perforación y voladura. Se implementan medidas para garantizar que el personal y el equipo estén fuera de la zona de peligro durante la detonación.

Optimización Continua

Se busca continuamente optimizar el modelo de la malla de perforación y voladura para lograr mejorar de manera continua y óptima la eficiencia, reducir costos y minimizar impactos ambientales.

La malla de perforación y voladura es una técnica que requiere planificación detallada y conocimiento geotécnico para lograr los resultados deseados en términos de fragmentación de rocas y seguridad en la operación minera o de construcción.

Eficiencia

Es la calidad operativa gracias a la cual una persona, organización o empresa puede lograr el resultado esperado, incluye todas las actividades necesarias para lograr la meta especificada.

También podemos confirmar que es la correcta distribución y uso de la menor cantidad de recursos con la que se logra o se supera una meta con los mismos o menos recursos (Díaz y Sotelo, 2019).

Medición de la eficiencia

En primer lugar, se deben cuantificar los procesos e indicadores a evaluar, en este caso el tiempo de perforación y el volumen recuperado. Luego vuelve a hacer una comparación con la ayuda de tablas y gráficos. En este punto, los resultados de una perforación y voladura inicial se comparan con condiciones que necesitan mejorar, como la falta de un buen control de los tiempos de perforación, la deriva de las perforaciones y, sobre todo, la idea de aumentar la longitud de perforación. Como resultado, hay mejoras en la perforación y voladura, lo que trae mejoras en la alimentación lineal diaria y en el volumen destruido (Díaz y Sotelo, 2019).

Burden

Distancia desde el taladro perforado hacia al espacio o nuevo frente más cercado libre de la roca, es la media en sección perpendicular al eje del taladro perforado. Longitud que va a separar el barreno y la cara libre que tengamos más próxima, el dimensionamiento del Burden está en función a varios factores como la rigidez de la roca, presencia de fracturas, los explosivos a utilizarse y la fragmentación requerida (Espinoza y Vásquez, 2019).

El "burden" en la malla de perforación se refiere a la distancia entre los barrenos adyacentes en una fila de perforación. La selección adecuada del burden es esencial en la planificación de la malla de perforación y voladura, ya que afecta directamente la eficiencia y la seguridad de la operación. Podemos referir algunos aspectos clave relacionados con el "burden" en la malla de perforación como:

- Definición de Burden:

El "burden" se define como la distancia horizontal entre el centro de un barreno y el centro del barreno adyacente en una fila de perforación.

- Influencia en la Fragmentación:

El "burden" tiene un impacto directo en la fragmentación de la roca después de la voladura. Un "burden" inadecuado puede resultar en una fragmentación desigual o en la formación de bloques grandes no deseados.

- Óptimo para Fragmentación Controlada:

La selección del "burden" óptimo busca lograr una fragmentación controlada que facilite la extracción eficiente de material y reduzca la generación de fragmentos indeseados.

- Dependencia de la Dureza de la Roca:

La dureza de la roca influye en la elección del "burden". Para rocas más duras, puede ser necesario aumentar el "burden" para permitir una fragmentación adecuada.

- Dimensiones del Barreno y Patrones de Perforación:

El "burden" se determina en función del tamaño de los barrenos y del patrón de perforación seleccionado. La disposición de los barrenos y la relación entre el "burden" y el espaciado de los barrenos son críticas.

- Control de Vibraciones:

Un "burden" adecuado también contribuye al control de las vibraciones resultantes de la voladura. Un diseño de malla bien planificado puede minimizar las vibraciones no deseadas.

- Consideraciones de Seguridad:

La seguridad en la operación es esencial al determinar el "burden". Se deben seguir las normativas y prácticas recomendadas para garantizar la seguridad del personal y del equipo.

- Optimización Continua:

La elección del "burden" no es estática y puede requerir ajustes según la geología del sitio y los objetivos de voladura. La optimización continua es fundamental para mejorar la eficiencia y reducir costos.

La relación entre el "burden", el espaciado de los barrenos y otros factores de diseño de la malla de perforación es compleja y debe considerarse cuidadosamente en la fase de planificación. La experiencia geotécnica y la evaluación del comportamiento de la roca son fundamentales para lograr una perforación y voladura eficientes.

Espaciamiento

Es la distancia obtenida entre los agujeros que se encuentran en la misma fila. Esta distancia es perpendicular a la carga en mención, suele fluctuar entre 1 y 1,8 veces el valor de la carga, se logra obtener de manera objetiva y sin errores resultados óptimos de distribución de energía cuando la distancia corresponde a la dimensión de la carga de 1,15 y el patrón en distribuido es una configuración inclinada, el agrietamiento primario paralelo a la superficie libre del puede permitir distancias mayores (Espinoza y Vásquez, 2019).

Definición de términos básicos

Avance:

Esta es la distancia efectiva avanzada después de volar un área, proviene del disparo, depende de la longitud del taladro y la efectividad de la voladura.

Distancia:

Es la distancia que existe entre los agujeros de una misma fila.

Geomecánica:

Es la ciencia que permite estudiar las propiedades mecánicas del suelo y la roca. En minería, este estudio permite evitar o reducir al máximo los accidentes para garantizar la estabilidad de las montañas.

Macizo rocoso:

Es un medio discontinuo formado por discontinuidades y la matriz rocosa que resisten la contracción.

Roca intacta

Se la conoce como matriz rocosa porque está intacta y no presenta discontinuidades.

Excavación

Es el proceso de remoción que se realiza en el macizo rocoso y se transporta a otro lugar, para este proceso se realizan trabajos de perforación y voladura.

Polvo:

Es un grupo de partículas que se hallan en el aire, paredes, techos y pisos de los trabajos que se realizan en las mineras.

Gases:

Los gases podemos mencionar que son agregados que no tienen forma o volumen independientes, de tal modo van a lograr invadir los espacios de contención y se propagan en espacios mineros.

2.1. Enfoque, Tipo

La presente investigación será de tipo aplicada. Según (Alvarez, 2020).

Esta investigación llega a presentar un enfoque de modo cuantitativo, de tipo aplicada ya que es una investigación que se centra en la aplicación práctica del conocimiento científico para resolver problemas específicos o mejorar procesos existentes en el mundo real.

Características de la Investigación Aplicada:

Orientación Práctica:

La investigación aplicada se enfoca en la solución de dichos problemas concretos o en la mejora de situaciones existentes en diversos campos, como la tecnología, la medicina, la educación, la agricultura, entre otros.

Colaboración Interdisciplinaria:

A menudo implica colaboración entre investigadores de diferentes disciplinas, así como con profesionales y expertos en el campo de estudio relevante.

Resultados Tangibles:

Se espera que la investigación aplicada produzca resultados tangibles y aplicables que puedan implementarse para abordar desafíos específicos o mejorar prácticas existentes.

Transferencia de Conocimiento:

La investigación aplicada busca transferir conocimiento científico a la práctica, traduciendo los hallazgos de la investigación en soluciones prácticas que beneficien a la sociedad.

2.2. Diseño de investigación

El diseño que presenta el proyecto de investigación es experimental propiamente dicho, pues intenta mejorar la productividad dentro de la mina la Roca del Obrero, centrándose en la situación actual de la empresa en estudio y la

productividad que ellos tienen, directamente se necesita demostrar la causa y efecto de las dos variables.

RG1 O1 X1 O2

Simbología de los diseños experimentales:

R: Asignación al azar o aleatoria.

G1: Galería 458 S, Veta Guadalupe

X1: Extensión de perforación.

O1: Incrementa la producción.

O2: Disminuye la producción.

2.3. Población, muestra, muestreo

- Población: la mina La Roca del Obrero
- Muestra: Galería 458 S, Veta Guadalupe, CX, RP
- Muestreo: No probabilístico

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

- **Análisis** documental: Revisión sistemática de documentos técnicos en temas referentes a la geomecánica, producción de mineral, así como perforación y voladura, así como historial de costos de producción.
- Observación experimental: Observación y documentación insitu de los resultados obtenidos en campo, datos como la producción de mineral y costos por metro disparado.
- Observación no experimental: Observación directa de las características propias de geomecánicas, producción y costos dentro del ciclo de minado para antes durante y después de la aplicación de la extensión de la perforación.

2.5. Técnicas para realizar el procesamiento y el análisis de la información

En la unidad minera La Roca Del Obrero, en los trabajos empíricos de las labores designadas en perforación y voladura de rocas para la galería 458 S, nivel 1100 – Veta Guadalupe, se logró realizar un seguimiento constante de la perforación y voladura, en coordinación conjunta con el jefe de zona durante varios meses consecutivos. Asimismo, se llevó a cabo el monitoreo correspondiente donde se pudo hallar las siguientes observaciones:

- Se llegó a capacitar a los operarios de las máquinas perforadoras y encebadores de explosivos en temas como empuje y uso correcto de la máquina neumática secuencia de retardos, disminución de carga operante y minimizar la carga de columna de taladro, estandarizando el uso de explosivo,
- Reducción de sección a perforar y minimizar la sobre ruptura con las nuevas mallas propuestas con aumento de extensión en taladros.
- Se logró apreciar todos los cambios de manera efectiva e inmediata como son el nuevo trazado de malla de perforación, taladros de recorte en la corona.
- Organizadores visuales: Tablas, gráficos de barras y figuras

2.6. Aspectos éticos en investigación

La presente investigación realizada se ha efectuado teniendo en cuenta las políticas y normas de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI. Asimismo, se respetará la propiedad intelectual de modo que se citarán textos y libros empleados, con su respectiva referencia bibliográfica, reafirmando el compromiso de investigación que la universidad tiene cada uno de sus estudiantes, docentes y personal que se dedique a la investigación y generación de nuevo conocimiento en pie a desarrollo de misma.

III. RESULTADOS

Clasificación geomecánica según RQD – RMR

En lo concerniente a su estructura desde su génesis podemos identificar que posee características particulares como lo son: Diversas formas o lo que comúnmente llamamos en el área de la minería vetas las cuales pertenecen a los cuerpos litológicos, posee estratificación, pliegues, blandeamientos, fracturas.

Para tener un concepto más detallado vamos a optar por nombrar 3 sistemas los cuales son los más dominantes en esta área:

- Sistema de fracturas dispersas

Podemos observar este fenómeno en el granito el cual no posee gran cantidad de fracturas, donde observamos que su RQD logra alcanzar un 80 %, mientras su RMR se va a mantener en el rango de 70-80.

- Sistema de fracturas apretadas.

Podemos apreciarlas justo en la presencia de formaciones de panizo en las juntas en las dioritas y microdioritas.

- Sistema de fractura con espaciamiento

Son aquellas en donde vamos a hallar juntas duras, las cuales se van a encontrar rellenas con cuarzo, mencionamos a las rocas graníticas y las microdioritas.

Observando desde otra perspectiva a las vibraciones, si no consideramos en el tipo de estructura la realización de una adecuada perforación y su carga explosiva posterior, podríamos presenciar resultados opuestos a lo esperado como la excavación y el daño causado en el macizo rocoso a causa de las vibraciones.

Esta pequeña observación es la que va a traer como consecuencia el incremento en los costos y los costos de limpieza, por otro lado, afectará y será motivo de consecuencia una elevación de costos en sostenimiento y acarreo.

Posterior a esto se propiciaría una condición sub estándar en cuanto se refiere a los temas de seguridad y condiciones laborales.

Dentro de la zona de Patáz vamos a encontrar diversos tipos de rocas:

- Granito
- Diorita
- Granodiorita
- Microdiorita

Y en temas de mineralización podemos rescatar de todos los estudios realizados a la zona que posee: galena, cuarzo y en abundancia piritita aurífera.

Lo vamos a considerar como un porcentaje, el cual es la recuperación de los testigos de más de 10 cm de longitud, en esta etapa va a ser usado para poder elegir el sostenimiento que vamos a emplear, sin embargo en lo concerniente a este trabajo de investigación el RQD será exclusivamente para definir y diseñar un malla de perforación acorde al resultado obtenido, no obstante dicho dato servirá de referencia para posteriores investigación en el mismo o similar contexto geomecánico del macizo rocoso.

Tabla 1
Índice de calidad de la Roca

RQD	Calidad de Masa Rocosa
< 25 %	MUY MALA
25-50 %	MALA
50-75 %	REGULAR
75-90 %	BUENA
90-100 %	MUY BUENA

Como lo menciona su nombre, este es un sistema de clasificación el cual es presentado por el ingeniero Bieniawski en el año 1973. Nos da la opción de realizar una selección y una clasificación de un macizo rocoso, la cual va a ser utilizada recurrentemente en la construcción de túneles, taludes y cimentaciones. Podemos brindar una clasificación al

macizo en el lugar donde se sitúe y con ello poder determinar el tiempo de auto sostenimiento que posee y la longitud que nos permite tener la labor sin sostener.

Tabla 2

Clasificación RMR	
Resistencia que posee el material intacto (compresión simple)	Máximo valor 15
R.Q.D	Máximo valor 20
Distancia de discontinuidades	Máximo valor 20
Condición que posee la discontinuidad	Máximo valor 30
Agua subterránea	Máximo valor 15
RMR= 1+2+3+4+5	

La clasificación MRM está oscilando entre 0 y 100.

Tabla 3.

Clasificación ³ RMR		
Clase	Calidad de la roca	RMR
I	Muy buena	8-100
II	Buena	61-80
III	Regular	41-60
IV	Mala	21-40
V	Muy mala	0-20

Clasificación geológica

- Rocas plutónicas.

En este proyecto en mención está constituido por el Batolito de Pataz, el cual posee la litología con más importancia en la zona mencionada y posee dos facies.

- Microdiorita
- Tonalita, granodiorita, granito.

- Rocas sedimentarias.

Formadas de modo volcano sedimentaria en el grupo Mitu (Pérmico Superio), está constituido por areniscas, limonitas, tobas riolíticas, por otro lado, en el piso se ven micro conglomerados a conglomerados de color rojizo violáceo.

En estas unidades litológicas podemos ver que se encuentran puntualmente plegadas y falladas, en la zona de Retamas 2 y San Francisco (a 2950 m.s.n.m).

- Rocas Metamórficas.

Están representadas por el complejo ubicado en el Marañón, la cual viene a estar constituida en su litología por pizarras, filitas, esquistos y meta volcánicos. Las encontramos plegadas y falladas de manera esporádica a lo largo de toda la formación geológica del contexto.

Conocer la caracterización en esta zona del macizo rocoso es fundamental para diseñar una malla de perforación acorde al tipo de roca que se tiene en el frente, así mismo una buena malla de perforación no lo solo depende directamente a la número de taladros y a la cantidad de carga explosiva a usar si no que un balance correctamente distribuido en el frente, el explosivo adecuado, la longitud de perforación, inclinación, tamaño de broca y técnicas de perforación y voladura son de suma importancia a la hora de diseñar la malla perforación para cualquier proyecto minero de explotación, en grado de importancia, se puede afirmar que el conocer las características geomecánicas del macizo rocoso representa una mayor prioridad que los parámetros antes mencionados debido a que es el único parámetro con se puede ajustar, es propiamente brindado a medida del avance de la excavación.

Tabla 4.

Clasificación geomecánica según RQD - RMR

Lugar		Galería 458 S			
Inicio de pruebas		1/10/2021			
Fin de pruebas		21/10/2021			
Seman	Prueb	Longitud del testigo	Testigo	R.Q.D	RM
a	a	(cm)	≥ 10 cm	(%)	R
1	1	110	80	72,7	82
	2	110	87	79,1	88
	3	110	89	80,9	89
	4	110	98	89,1	90
	5	110	98	89,1	91
	6	110	85	77,3	87
	7	110	86	78,2	79
2	8	110	98	89,1	87
	9	110	95	86,4	90
	10	110	93	84,5	87
	11	110	95	86,4	89
	12	110	87	79,1	85
	13	110	86	78,2	86
	14	110	84	76,4	87
3	15	110	83	75,5	86
	16	110	85	77,3	87
	17	110	86	78,2	86
	18	110	82	74,5	84
	19	110	97	88,2	88
	20	110	92	83,6	85
	21	110	94	85,5	86
		Promedio		81,4	87

Con respecto a la caracterización observada del macizo rocoso en base al RQD de las 21 muestras tomadas en las tres semanas según cronograma, tenemos un promedio de 81,4 %, lo que nos hace caracterizar al macizo como una roca buena y competente.

Tabla 5

Caracterización del macizo rocoso	
R.Q.D (%)	Calidad de la roca
81,4	Buena

Con respecto a la caracterización observada del macizo rocoso en base al RMR de las 21 muestras tomadas en las tres semanas según cronograma, tenemos un promedio de 87, lo que nos hace caracterizar al macizo como una roca de clase o tipo I muy buena.

Tabla 6

Caracterización del macizo rocoso		
RMR	Clase	Descripción
87	I	Muy buena

Para lograr completar la identificación del macizo rocoso y así diseñar la nueva malla de perforación es necesario tener en cuenta que la densidad de la roca varía en un rango de 2.8 kg/m³ a 3.1 kg/m³, promediando para trabajar con un solo dato tenemos que la densidad promedio de la roca es de 2.95 kg/m³.

Tabla 7

Densidad de la roca	
Rango - Densidad de la roca	2,8 kg/m ³ a 3,1 kg/m ³
Densidad promedio de la roca	2,95 kg/m ³

Perforación y voladura 4ft

La distribución de carga explosiva obtenida para aplicar en un frente de 1,8 x 1,8 para una roca tipo 1 - A muy buena, se muestran en la **Tabla 15**, cabe mencionar que esta malla es la que se viene usando de manera empírica por los maestros perforistas de la mina, como datos a tomar en consideración, destaca el factor de carga 2,47 kg/m³ y el número de taladros 31 perforados, 27 con carga explosiva y 4 funcionando como cara libre o taladros de alivio, esta malla de perforación se ha venido usando a lo largo de las operaciones desde el inicio hasta la fecha, si bien es cierto los maestros perforistas cuentan con mucha experiencia perforando frentes, no sé ha hecho ningún estudio previo para implementar esta malla en los frentes de avance.

Tabla 8

Distribución de carga explosiva - frente 1,8 x 1,8

Descripción	N° de taladros	Carga promedio por taladro			Total kg
		Famesa 65	Carga	kg/tal	
Alivio	4	0	0	0,000	0,000
Arranque	5	35	3/4	0,561	2,804
Ayuda	8	56	3/4	0,561	4,487
Cuadradores	6	36	3/4	0,481	2,885
Corona	3	18	3/4	0,481	1,442

Arrastre	5	35	3/4	0,561	2,804
TOTAL	31	180			14,423
Factor de carga		2,47		kg/m ³	
Tipo de roca		1 - A			

Como datos de perforación podemos destacar la eficiencia de perforación del 98 %, de los 4f pies que mide el barreno de perforación, solamente perfora 1,18 m, para la perforación de frentes se cuenta con maquina Jack leg de marca RNP 250, los taladros destinados a alojar la carga explosiva se perforan con brocas de 36 mm mientras que los que son destinados a ser alivios se perforan con brocas 36 mm.

Tabla 9

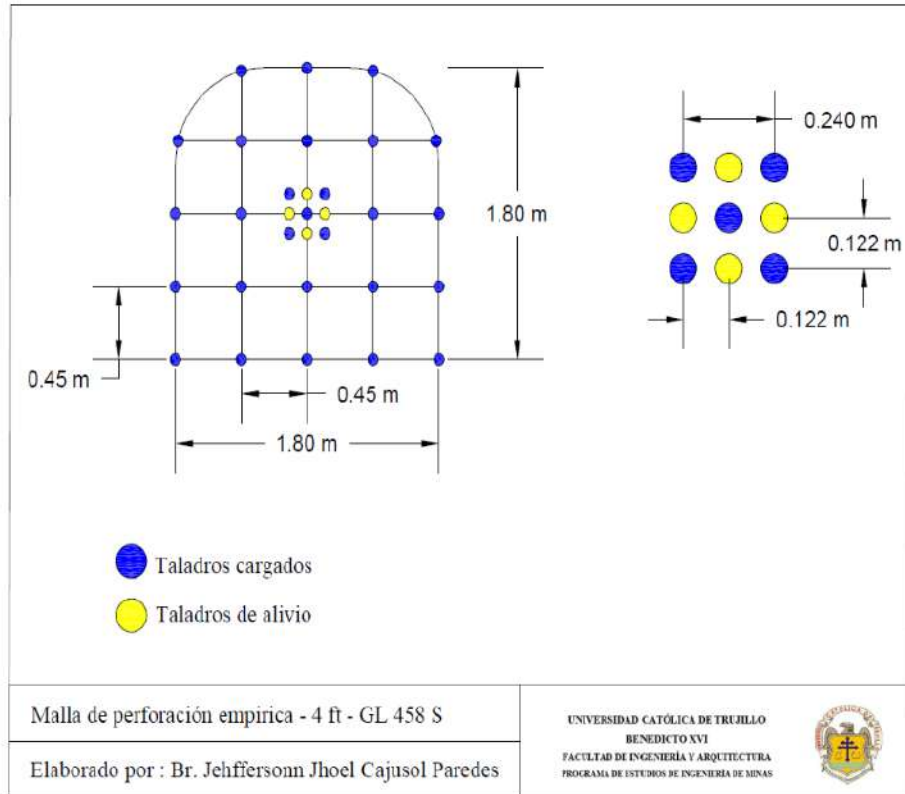
7

Datos de perforación

Longitud de taladro	4 ft
Eficiencia de perforación	96 % (1,18 m)
Densidad de la roca	2,95 kg/m ³
Maquina perforadora	RNP 250
Diámetro de broca 1	36 mm
Diámetro de broca 2	38 mm

2
Nota: En la **Figura 4** podemos apreciar la **mall**a de perforación empírica que se viene usando en la GL 458 S, el espaciamiento entre taladros es de 0,45 m tanto para la corona, arrastre y cuadradores, la distancia entre taladros para el arranque consta de 0,122 m para taladro, en azul se puede apreciar los taladros cargados y en amarillo los taladros de alivio.

Figura 4.
Malla de perforación 1,8x1,8 – Empírica



Nota: En la **Tabla 10** podemos observar la producción mensual del periodo Mayo a octubre 2021, teniendo como producción total 3 908,21 tn de mineral extraído, 13 526,68 metros perforados y un avance 408,89 metros lineales.

Tabla 10.

Producción mensual - GL 458 S - Frente 1.8x1.8 m

Mes	Metros perforados (ml)	Longitud de perforación (m)	Avance (ml)	Factor de Potencia promedio frente kg/tn	Factor de carga promedio en frente kg/m³	Mineral producido (Tn)
Mayo	2263,74	1,18	68,77	0,5897	2,47	657,31
Junio	2194,80	1,18	66,55	0,5897	2,47	636,10
Julio	2267,96	1,18	70,23	0,5897	2,47	671,29
Agosto	2341,12	1,18	66,58	0,5897	2,47	636,33
Septiembre	2194,20	1,18	67,26	0,5897	2,47	642,87
Octubre	2264,86	1,18	69,50	0,5897	2,47	664,30
Total	13526,68		408,89			3908,21

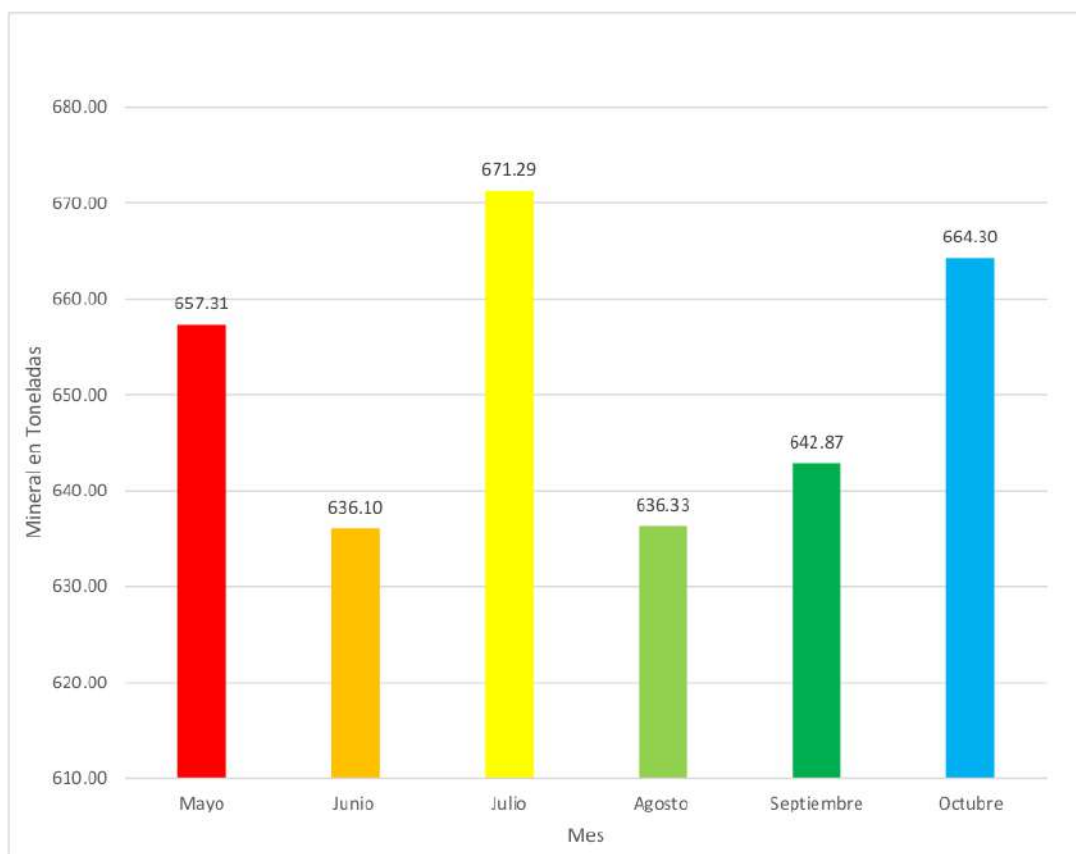
Nota: En la **Figura 5** podemos observar los metros lineales perforados totales para cada mes, cabe resaltar que es la cantidad de metros lineales que la maquina perforada RNP 250 hizo durante ese periodo.

Figura 5
Metros perforados (ml) - GL 458 S - Frente 1,8 x 1,8 - 4ft



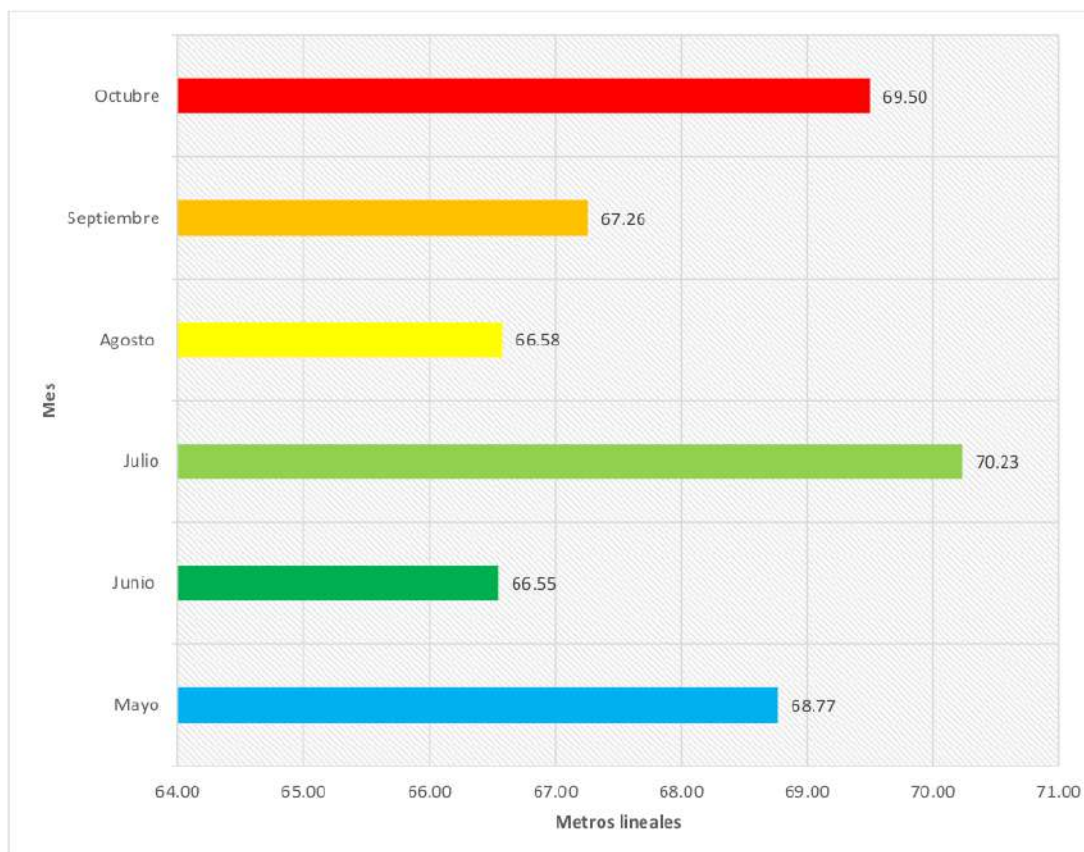
Nota: En la **Figura 6** podemos apreciar que el pico de producción de mineral la vamos a encontrar en el mes de julio con 671,29 tn, mientras que por otro lado el pico más bajo lo vamos a encontrar en el mes de junio con 636,10 tn, una diferencia de 35,19 tn.

Figura 6.
Producción mensual - mayo 2021 - octubre 2021



Nota: En la **Figura 7** podemos apreciar los avances en metros lineales concernientes a los meses de Mayo a Octubre del 2021, lo destacable se encuentra en Julio donde se obtuvo un avance lineal de 70,23 ml mientras que el mes que obtuvo menos avance en metros lineales es Junio con 66,55 ml.

Figura 7.
Avance mensual en metros lineales - GL 458 S -4ft



Nota: En la **Tabla 11** podemos observar los precios unitarios para la GL 458 S donde se está disparando un frente de 1,8 x 1,8 m, como precio unitario para avance de un metro línea se maneja 1 453,56 soles, como información destacable se tiene costo del explosivo por disparo de 532,05 soles, adquiriendo la caja de Famesa – Semigelatina 65 a 2 000 soles el kit con 312 cartuchos y accesorios completos, se maneja un horario de 10 horas por guardia, El maestro perforista gana 180 S/día, El ayudante 1 está ganando 150 S/día, el ayudante 2 está ganando 130 S/día mientras los cuatro ayudantes generales de mina están en 100 S/día , desglosando podemos darnos cuenta que solo en el personal se gasta 783,96 S/ml, en EPP se gasta 68,55 S/ml, en herramientas de trabajo 27,35 S/ml y en perforación y voladura se maneja un precio de 573,71 S/ml.

Tabla 11.

Costos unitarios frente - GL 458 S - Frente 1,8 X 1,8 - 4ft

Inicio	CX 457 N	Fecha	3/5/2021	E.Disparo	93%
Equipo	Jack leg RNP 250	N° taladros	27	Explosivo	Semigelatina 65
Sección	1.8 X 1.8	L. Barreno	4 ft	Densidad R.	2.95 kg/m3
Volumen	3.8232 m3	L. Efectiva	1.18 ml	Tipo de Roca	1-A
v. Carga	2.05 kg/m3	Avance	1.097 ml		
T.Vacíos	4	Esponjamiento	32%		

Descripción	UNI.	Cantidad	Precio Unitario	P. Parcial	Subtotal	Total (s/ml)
Mano de obra						
Maestro perforista	h-	10	18	180	164,08	
	h					
Ayudante perforista 1	h-	10	15	150	136,74	
	h					
Ayudante perforista 2	h-	10	13	130	118,51	
	h					
Ayudante de mina 1	h-	10	10	100	91,16	
	h					
Ayudante de mina 2	h-	10	10	100	91,16	
	h					
Ayudante de mina 3	h-	10	10	100	91,16	
	h					
Ayudante de mina 4	h-	10	10	100	91,16	783,96
	h					

7
Implementos

EPP personal general	h-	20	1,98	39,6	36,10	
	h					
EPP personal específico	h-	20	1,78	35,6	32,45	68,55
	h					
Materiales						
Herramientas	guardia/día	1	30	30	27,35	27,35
Perforación y voladura						
Barra de 4 ft	m	32,5	1,38	44,85	40,88	
Broca de 36 mm	m	21,2	1,19	25,23	23,00	
Broca de 38 mm	m	21,2	1,19	25,23	23,00	
Manguera de 1" Ø 50	m	50	0,02	1,00	0,91	
	m					
Manguera de 2" Ø 50	m	50	0,02	1,00	0,91	
	m					
Explosivo y	ciclo	1	532,05	532,05	485,00	573,71
Accesorios						
Total						1453,56

Perforación y voladura malla 6 ft

Ahora que contamos con los datos de geomecánica, datos ⁸ de perforación y voladura y costos unitarios para perforar el frente de la GL 458 S 1,8x1,8 m con 4ft se procede a realizar una malla de perforación para la GL 458 donde se va a incrementar de 4ft a 6ft, el proceso ² para el diseño e implementación de la malla consta de los siguientes puntos: Cálculo de número de taladros, Cálculo de burden, Cálculo de distancia entre taladros, Distribución de taladros, Diseño de un estándar para la aplicación de la malla en la GL 458 S posteriormente llevar un seguimiento de 6 meses luego de su aplicación y contrastar la producción, metros lineales y costos unitarios respecto a la actual malla de 4ft .

El trazo que se va a utilizar para la malla de 6ft será el del corte quemado C, debido a que es una roca muy competente y porque se aumentó la longitud de perforación, el arranque C garantiza una buena salida y caras libres suficientes para evitar complicación al momento de realizar el disparo.

Figura 8.
Tipos de arranque

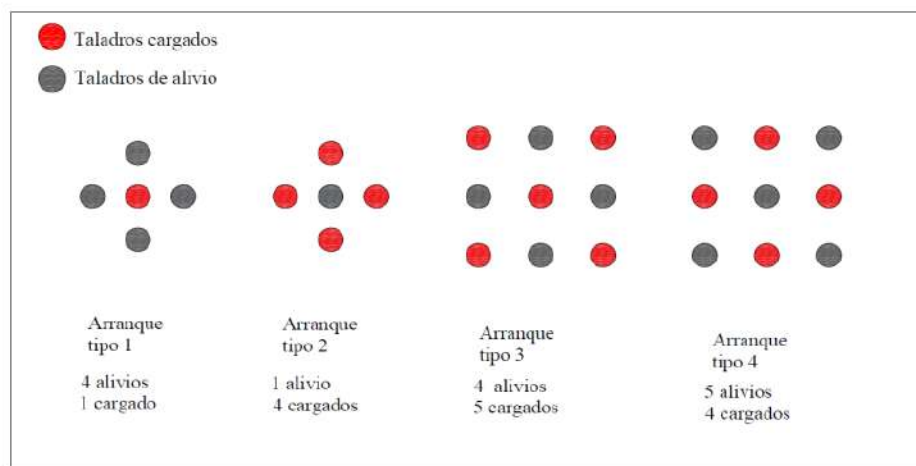
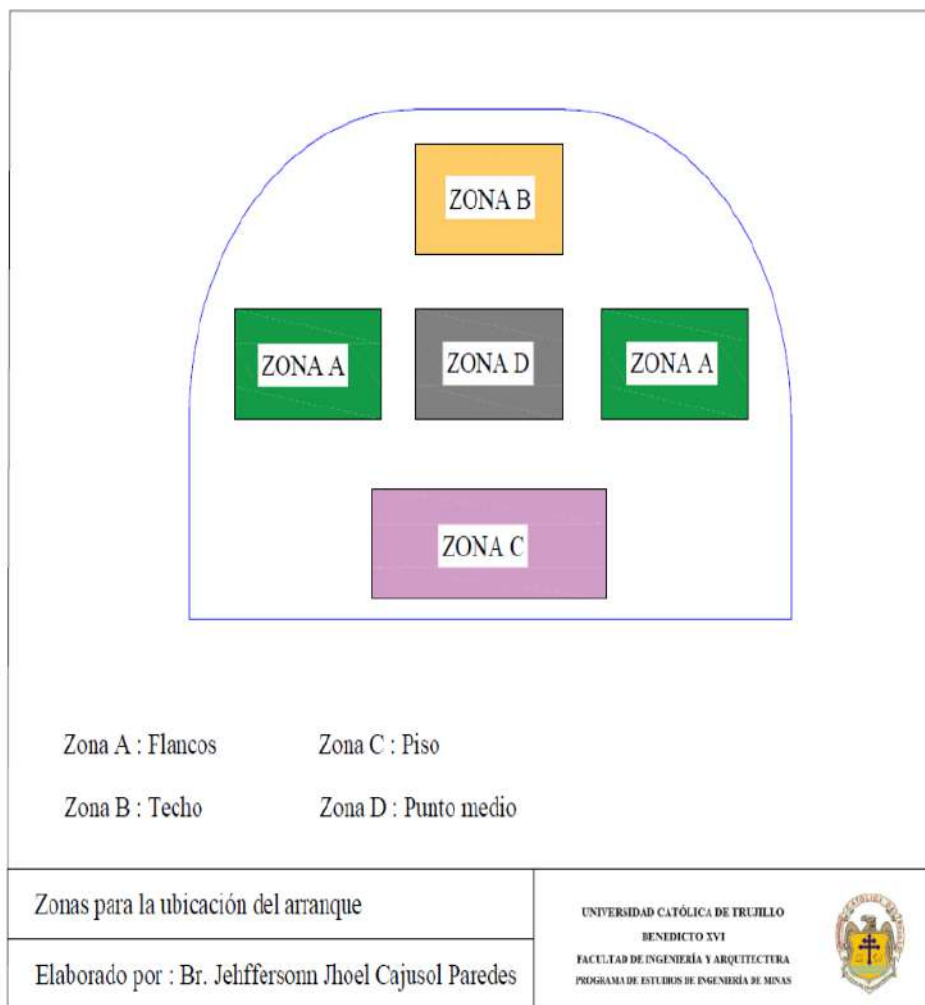


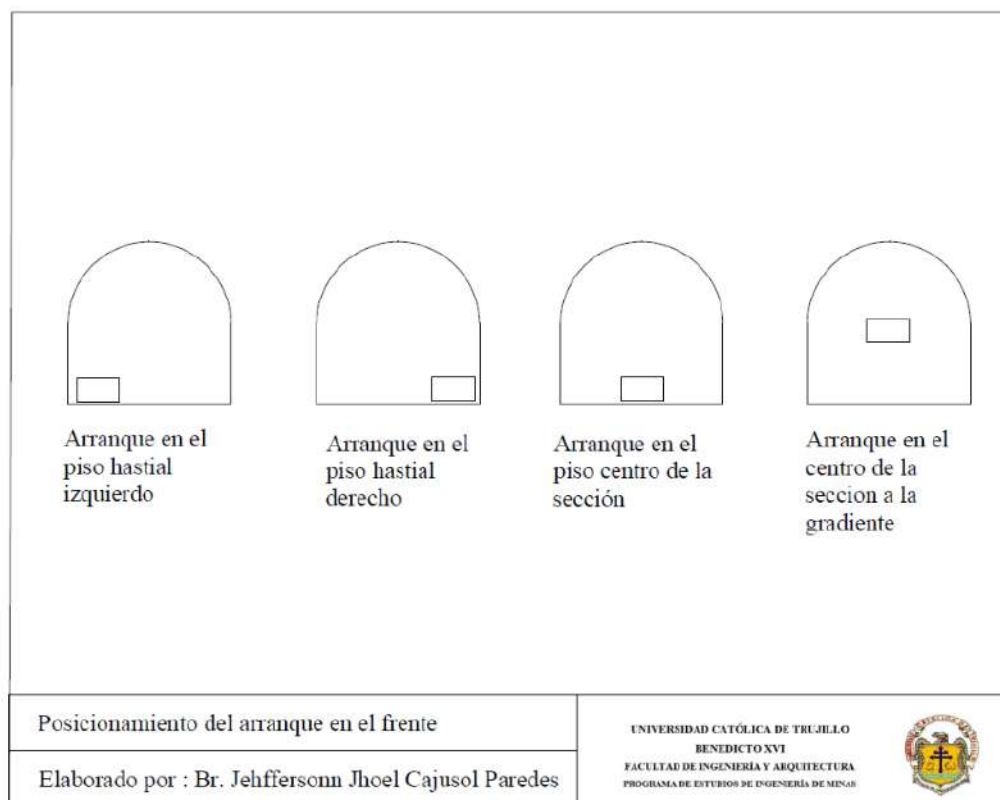
Figura 9.
Zonas para la ubicación del arranque.



La ubicación del arranque para esta malla de 6ft, estará localizada en el punto medio de la labor obtenido así un buen movimiento hacia delante de todo el material disparado.

⁸ Para el cálculo de número de taladros se usará el método de los perímetros, hacemos uso del área, perímetro altura base de la sección, así mismos factores propios para cada tipo de roca.

Figura 10.
 Posicionamiento del arranque en el frente.



Factor para la ¹⁸ distancia entre taladros y el factor de roca, teniendo esos datos seguimos la fórmula que se muestra a continuación:

$$N^{\circ} \text{ Taladros} = (p/dt) + (c*s)$$

Donde:

- p:** Perimetro ²³
- dt:** Factor distancia entre taladros
- c:** Factor de roca
- s:** Area de la sección

Nota: En la **Tabla 12** observamos la operación de los valores obtenidos en campo luego de seguir la fórmula aplicando los 6 pies llegamos a el uso de 20 taladros para un frente de 1,8x1,8 en un tipo de roca I A.

Tabla 12

Número de taladros para frente 1,8x1,8 - GL 458 S - 6ft			
Base (B)		1,800	m
Altura (H)		1,800	m
Sección del frente	p	6,599	m
Distancia entre taladros	dt	0,500	
Factor de roca	c	2,000	
Área	s	3,030	m ²
		Tenaz	Intermedia
Distancia entre taladros		0,5–	0,6 – 0,65
		0,55	0,7–
			0,75
Factor de roca		2	1,5
			1
Numero de taladros			19,26
Redondeado			20

Ahora que sabemos que demos usar como base 20 taladros para el frente de 1,8x1,8 m, realizamos el cálculo con el modelo de HOLMBERG para encontrar el burden y la distancia entre los taladros.

$$Deq = Daliv * N$$

Donde:

Deq = Diametro equivalente

Daliv = Diametro de alivio

N = N° de taladros de alivio

Nota: En la **Tabla 13** podemos observar el cálculo de burden, para una broca de 38 mm que es la que se usa para perforación de taladros de alivio, como B1 tenemos 114 mm, S1 161,2 mm, B2 161,2 mm, S2 342 mm, B3 342 mm, S3 725 mm

Cálculo del burden 1 para el primer cuadrante.

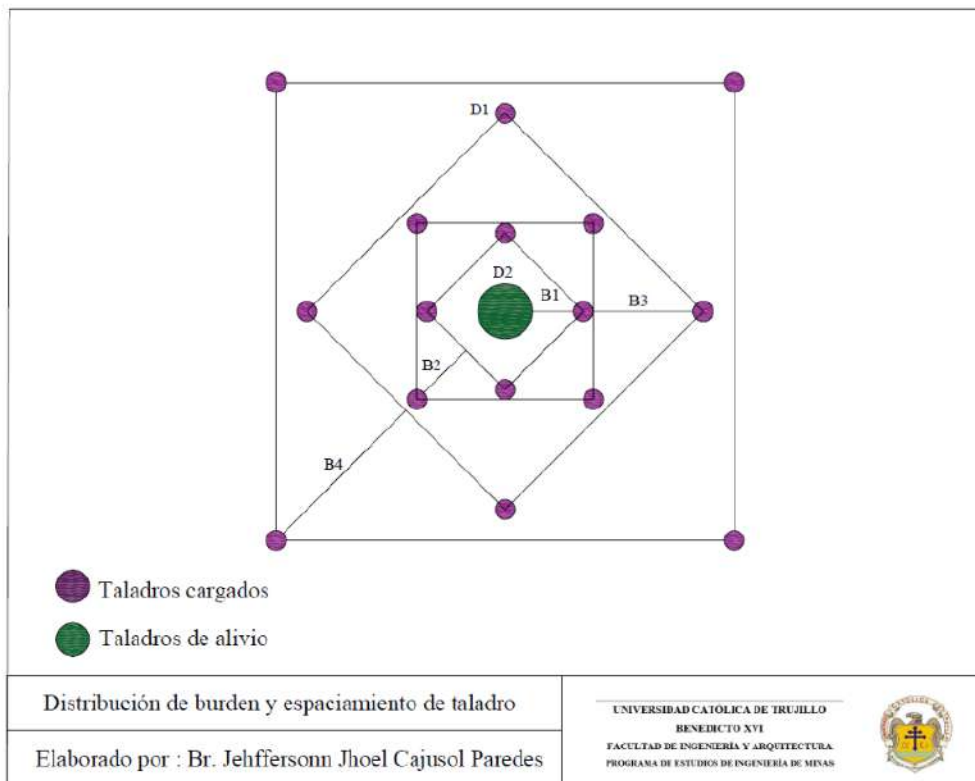
EL primer cuadrante de taladros de arranque o salida se ubica a una distancia desde el burden 1 al centro, $B1 = 1,5 D2$ y así hasta llegar al burden y espaciamiento n dependiendo de la necesidad de los cuadrantes.

Tabla 13

Cálculo de burden y espaciamiento			
Diámetro equivalente	76		mm
Diámetro de alivio	38		mm
Sección de corte	Valor de burden	Lado de la sección	
Primera	$B1 = 1,5 Deq$	$B1 \sqrt{2}$	
Segunda	$B2 = B1 \sqrt{2}$	$1,5 * B2 \sqrt{2}$	
Tercera	$B3 = 1,5 * B2 \sqrt{2}$	$1,5 * B3 \sqrt{2}$	
Cuarta	$B4 = 1,5 * B3 \sqrt{2}$	$1,5 * B4 \sqrt{2}$	
	Burden	Espaciamiento	
B1	114	s1	161,2
B2	161,2	s2	342,0
B3	342,0	s3	725,49

Con el número de taladros y el burden se procede a diseñar una malla de perforación para la GL 458 S con sección 1,8x1,8 m, tipo de roca 1 A, y longitud de perforación de 6ft, podemos apreciar el burden del arranque 0,114 m, se cuenta con 4 taladros de alivio 38 mm mientras que los taladros de producción de 36mm.

Figura 11.
Distribución de burden y espaciamiento de taladro



En los círculos morados observamos los taladros que serán cargados con explosivo mientras que en el círculo verdes observamos el taladro de alivio equivalente que sirve como punto de referencia para calcular los espaciamientos y los burden.

Los siguientes espaciamientos de taladros y burden siguen la siguiente relación para su cálculo, empezando con el Burden 1 y espaciamiento 1 hasta el burden con espaciamiento n, la cantidad de cuadrantes o cuadrículas a implementar en el arranque depende directamente del tamaño de la sección.

Figura 12.
Cálculo de burden B1, B2, B3, B4, Bn

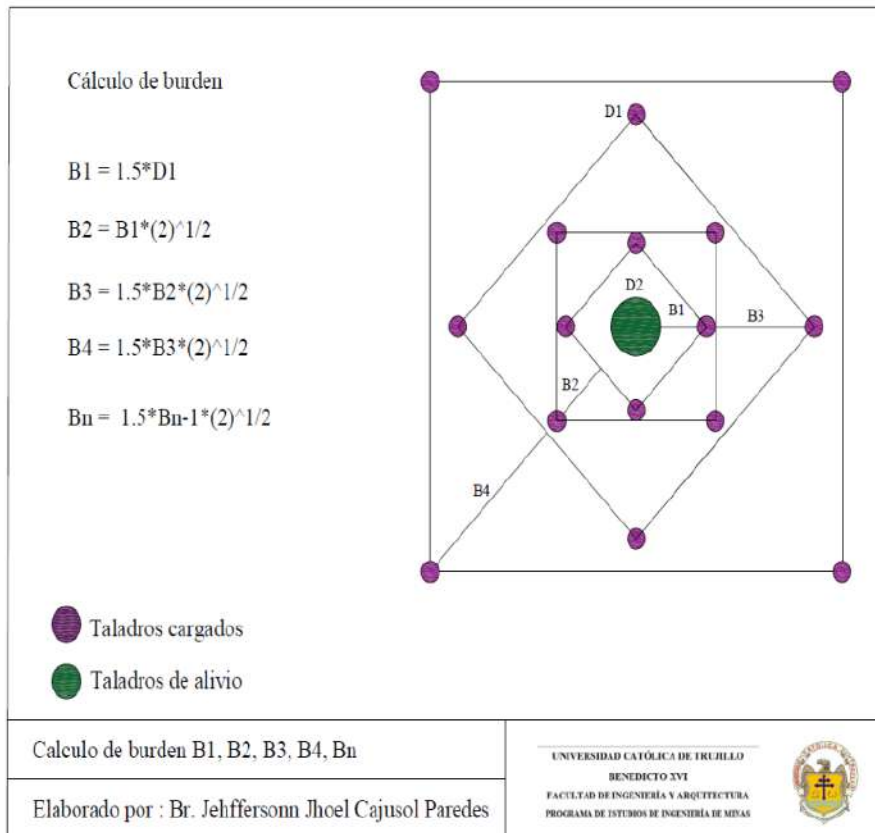
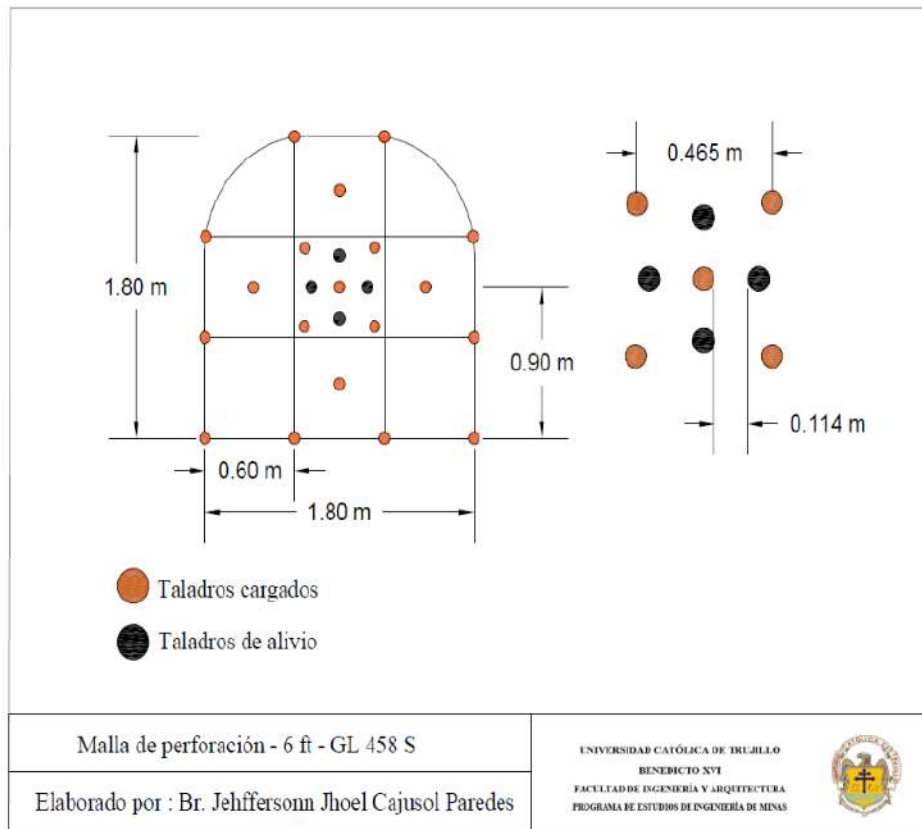


Figura 13.
Malla de perforación - Frente 1,8x1,8 - GL458 S - 6ft



La distribución de carga explosiva para la GL 458 S se muestra en la **Tabla 14**, cuyo frente de 1,8 x 1,8 m y un roca tipo 1 - A muy buena, se muestran en la siguiente tabla, cabe mencionar que esta malla se diseñó de acuerdo al tipo de explosivo que se está usando en la labor, el tipo de roca presente, como datos a tomar en consideración, destaca el factor de carga 1,74 kg/m³ y el número de taladros 23 perforados, 19 con carga explosiva y 4 funcionando como cara libre o taladros de alivio, además de la longitud de perforación 6ft.

Tabla 14

7
Distribución de carga explosiva - frente 1,8 x 1,8

Descripción	N° de taladros	Carga promedio por taladro			
		Famesa 65	Carga	kg/tal	Total
Alivio	4	0	0	0,000	0,000
Arranque	5	35	3/4	0,561	2,804
Ayuda	4	28	3/4	0,561	2,244
Cuadradores	4	24	3/4	0,481	1,923
Corona	2	12	3/4	0,481	0,962
Arrastre	4	28	3/4	0,561	2,244
TOTAL	23	127			10,176

3 Factor de carga	1,74	kg/m³
Tipo de roca	I - A	

2
Nota: En la **Tabla 15** muestra los datos de perforación para la nueva malla, donde destacamos la eficiencia de la perforación de 96% (1.75 m) y la nueva longitud de 6ft.

Tabla 15

7
Datos de perforación

Longitud de taladro	6 ft
Eficiencia de perforación	96 % (1,75 m)
Densidad de la roca	2,95 kg/m³
Maquina perforadora	RNP 250
Diámetro de broca 1	36 mm
Diámetro de broca 2	38 mm

Tabla 16.

Costos unitarios - GL 458 S - Frente 1,8 X 1,8 - 6ft

Inicio	CX 457 N	Fecha	1/11/2021	E.	96 %		
				Disparo			
Equipo	Jack leg RNP 250	N° taladro	19	Explosivo	Semigelatina 65		
Sección	1,8 X 1,8	L.Barreno	6 ft	Densidad	2,95 kg/m ³		
Volumen	5,67 m ³	L. Efectiva	1,80 ml	Tipo de roca	1-A		
F.C	1,74 kg/m ³	Avance	1,75 ml				
T.Vacíos	4	F.E	32 %				
	Descripción	Uni.	Cant	P.U.	Parcial	Subtotal	Total (s/ml)
	Mano de obra						
	Maestro perforista	h-h	10	18	180	102,86	
	Ayudante perforista 1	h-h	10	15	150	85,71	
	Ayudante perforista 2	h-h	10	13	130	74,29	
	Ayudante de mina 1	h-h	10	10	100	57,14	
	Ayudante de mina 2	h-h	10	10	100	57,14	
	Ayudante de mina 3	h-h	10	10	100	57,14	
	Ayudante de mina 4	h-h	10	10	100	57,14	491,43
	Implementos						
	EPP personal de perforación	h-h	20	1,98	39,6	22,63	
	EPP Personal en general	h-h	20	1,78	35,6	20,34	42,97
	Materiales						
	herramientas	g/día	1	30	30	17,14	17,14
	Perforación y voladura						
	Barra de 4 ft	m	32,5	1,38	44,85	25,63	
	Barra de 6ft	m	16,25	1,52	24,70	14,11	
	Broca de 36 mm	m	21,2	1,19	25,23	14,42	

7

Broca de 38 mm	m	21,2	1,19	25,23	14,42	
Manguera de 1" Ø 50 m	m	50	0,02	1,00	0,57	
Manguera de 2" Ø 50 m	m	50	0,02	1,00	0,57	
Explosivos y Acc.	ciclo	1	814,1	814,10	465,20	534,92
Total						1086,46

Nota: En la **Tabla 16** podemos observar los precios unitarios para la GL 458 S donde se está disparando un frente de 1,8 x 1,8 m, como precio unitario para avance de un metro línea se maneja 1 086,46 soles, como información destacable se tiene costo del explosivo por disparo de 814,10 soles, adquiriendo la caja de Fmesa – semigelatina 65 a 2 000 soles el kit con 312 cartuchos y accesorios completos, se maneja un horario de 10 horas por guardia, El maestro perforista gana 180 S/día, El ayudante 1 está ganando 150 S/día, el ayudante 2 está ganando 130 S/día mientras los cuatro ayudantes generales de mina están en 100 S/día . desglosando podemos darnos cuenta que solo en el personal se gasta 491,43 S/ml, en EPP se gasta 42,97 S/ml, en herramientas de trabajo 17,14 S/ml y en perforación y voladura se maneja un precio de 534,92 S/ml .

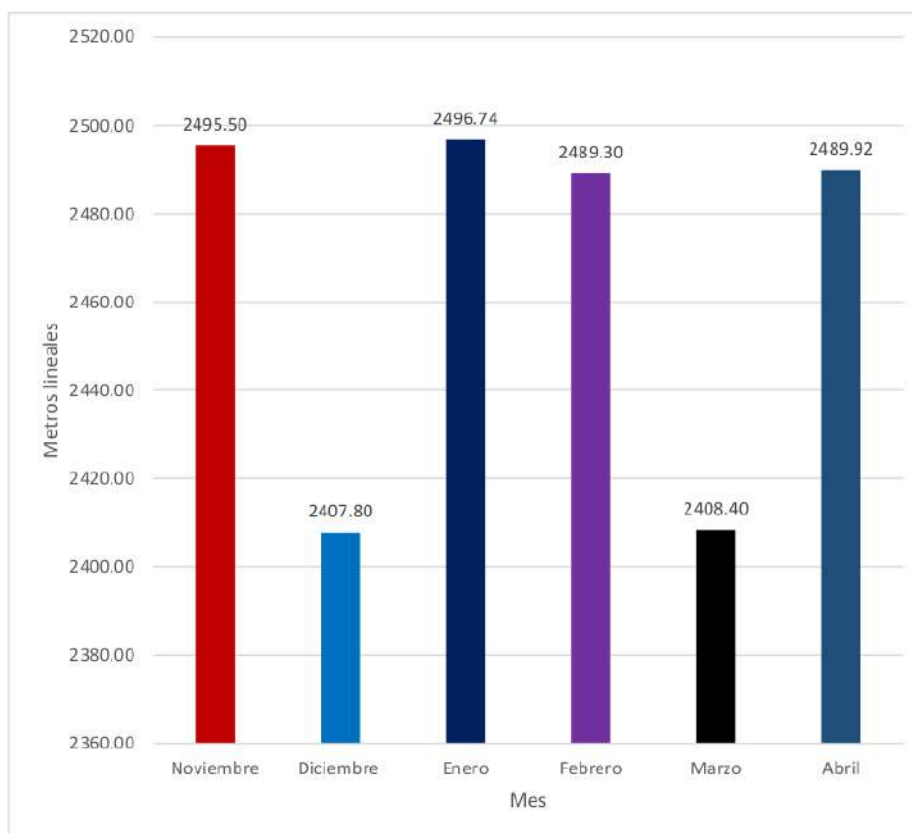
Nota: En la **Tabla 17** podemos observar la producción mensual del periodo noviembre 2021 a abril 2022, teniendo como producción total 6035,30 tn de mineral extraído, 14 787,66 metros perforados y un avance 631,44 metros lineales

Tabla 17

Producción mensual - GL 458 S - Frente 1,8x1,8¹⁷m

Mes	Metros perforados (ml)	Longitud de perforación (m)	Avance (ml)	Factor de Potencia promedio frente kg/tn	Factor de carga promedio en frente kg/m3	Mineral producido (Tn)
Noviembre	2495,50	1,80	107,14	0,608	1,74	1024,01
Diciembre	2407,80	1,80	103,68	0,608	1,74	990,97
Enero	2496,74	1,80	108,25	0,608	1,74	1034,67
Febrero	2489,30	1,80	103,79	0,608	1,74	992,01
Marzo	2408,40	1,80	99,36	0,608	1,74	949,68
Abril	2489,92	1,80	104,90	0,608	1,74	1002,67
Total	14787,66		627,12			5994,01

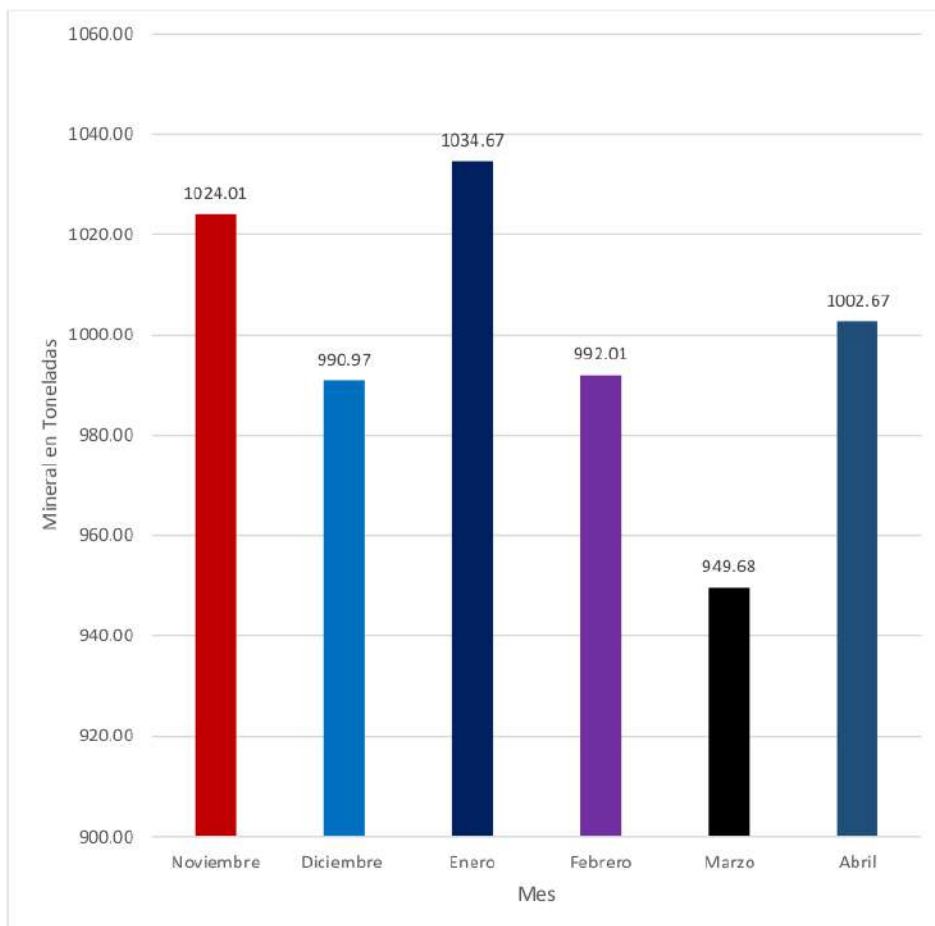
Figura 14.
Metros perforados (ml) - GL 458 S - Frente 1.8 x1.8 - 6ft



Nota: En la **Figura 14** podemos observar los metros lineales perforados a lo largo de cada mes desde noviembre del 2021 hasta abril del 2022, cabe resaltar que el mes de enero es donde se ha acumulado más metros perforados den la GL 458 S, mientras que en el mes de diciembre se encuentra el pico más bajo de metros perforados.

Nota: En la **Figura 15** podemos apreciar que el pico de producción de mineral se encuentra en el mes de enero del 2 022 con 1 034,67³⁷ tn, mientras que el pico más bajo se encuentra en el mes de marzo 2022 con 949,68 tn, una diferencia de 43,7 tn.

Figura 15.
Producción mensual - Noviembre 2021 a Abril 2022



21 Nota: En la **Figura 16** podemos apreciar los avances en metros lineales concernientes a los meses de noviembre 2021 a abril 2022, lo destacable se encuentra en enero donde se obtuvo un avance lineal de 108,25 ml mientras que el mes que obtuvo menos avance en metros lineales es marzo con 99,36 ml.

Figura 16.
Avance mensual en metros lineales - GL 458 S

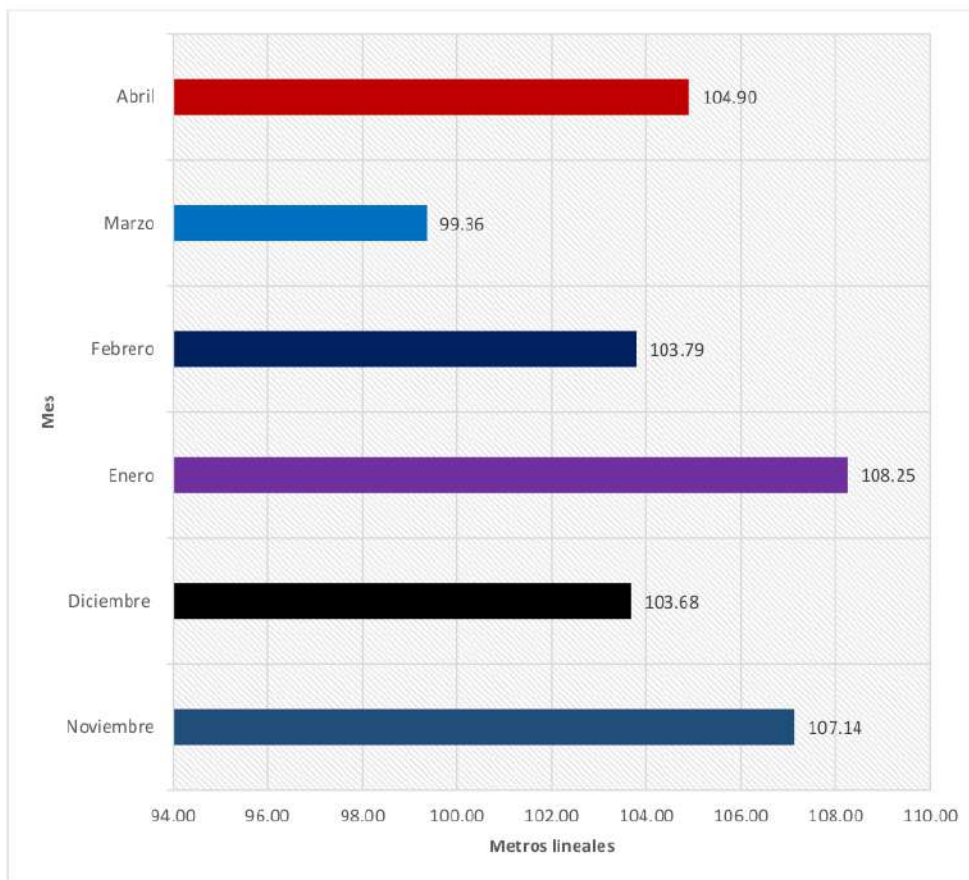


Tabla 18

Factor de carga	
Malla - 4ft	Malla - 6ft
2,47	1,74

Figura 17.
Factor de carga - Malla 4ft vs 6ft.

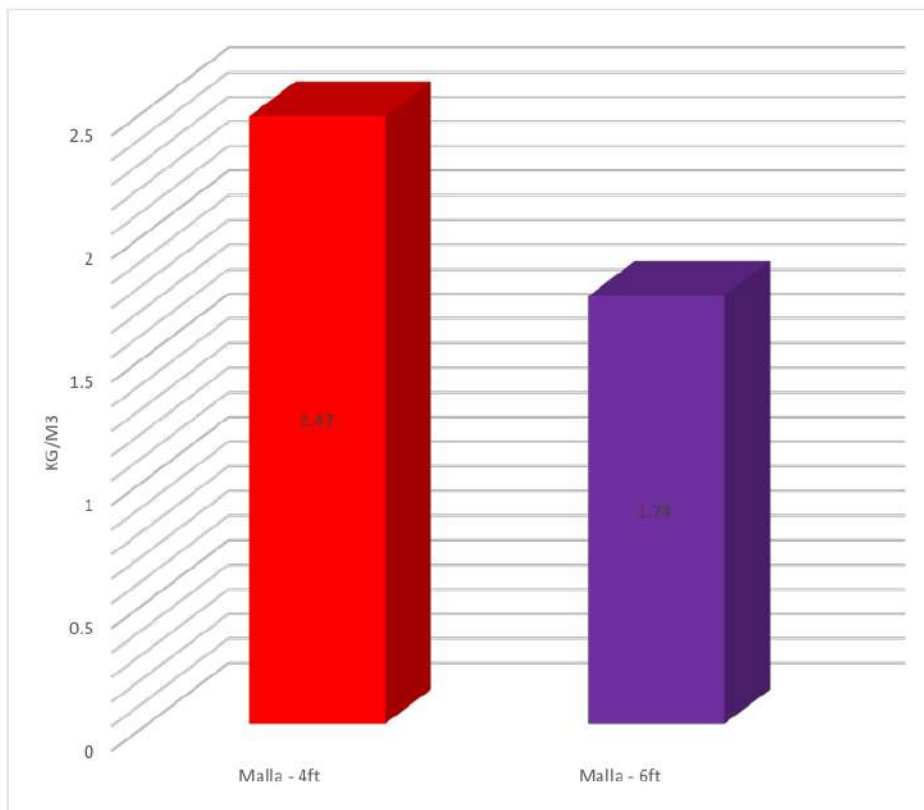


Tabla 19

Numero de taladros	
Malla - 4ft	Malla - 6ft
31	23

Figura 18.
Número de taladros - Malla 4ft vs 6ft

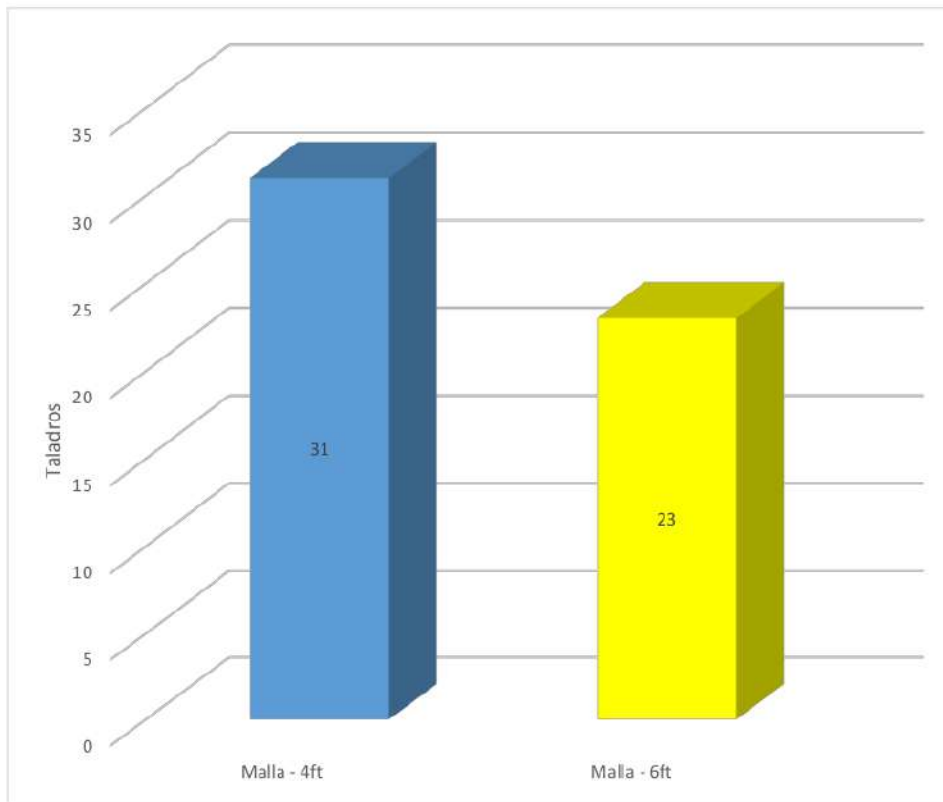


Tabla 20

Metros lineales perforados - Periodo mayo 2021 - abril 2022

²⁰ Mayo 2021 - octubre 2021	Noviembre 2021 - abril 2022
13526,68	14787,66

Figura 19.
Metros lineales perforados - Periodo mayo 2021 - abril 2022

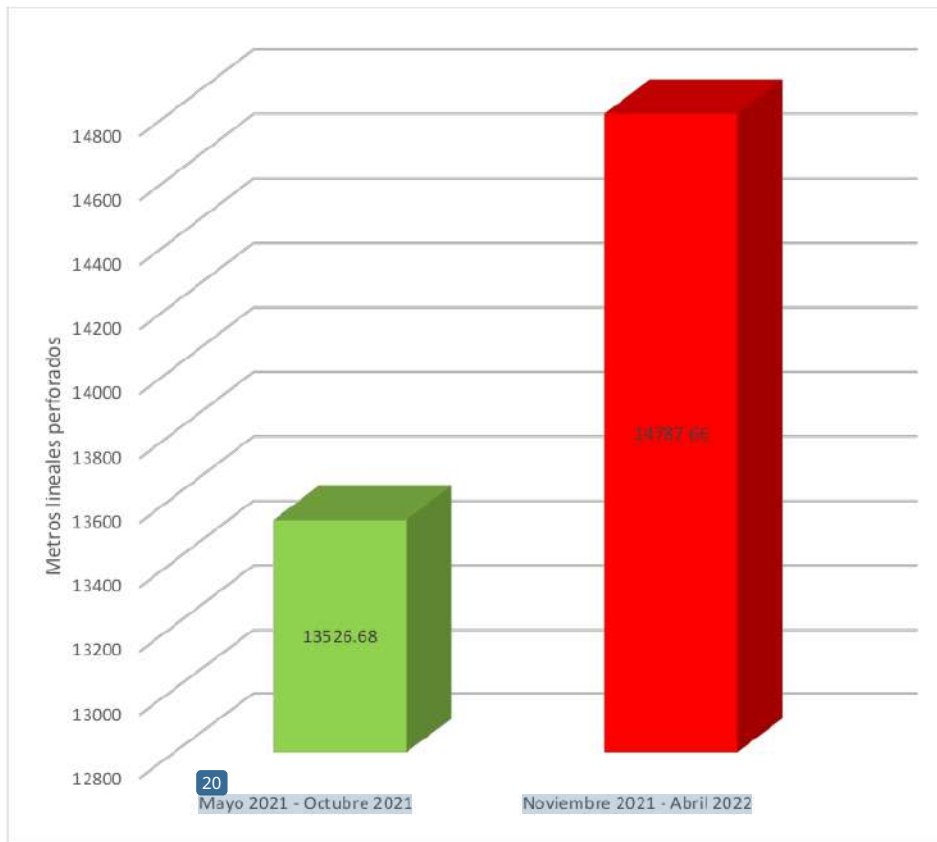


Tabla 21

Producción de mineral - 4ft vs 6ft	
²⁰ Mayo 2021 - octubre 2021 (4ft)	Noviembre 2021 - abril 2022 (6ft)
3908,21	5994,01

Figura 20.
Producción de mineral - 4ft vs 6ft

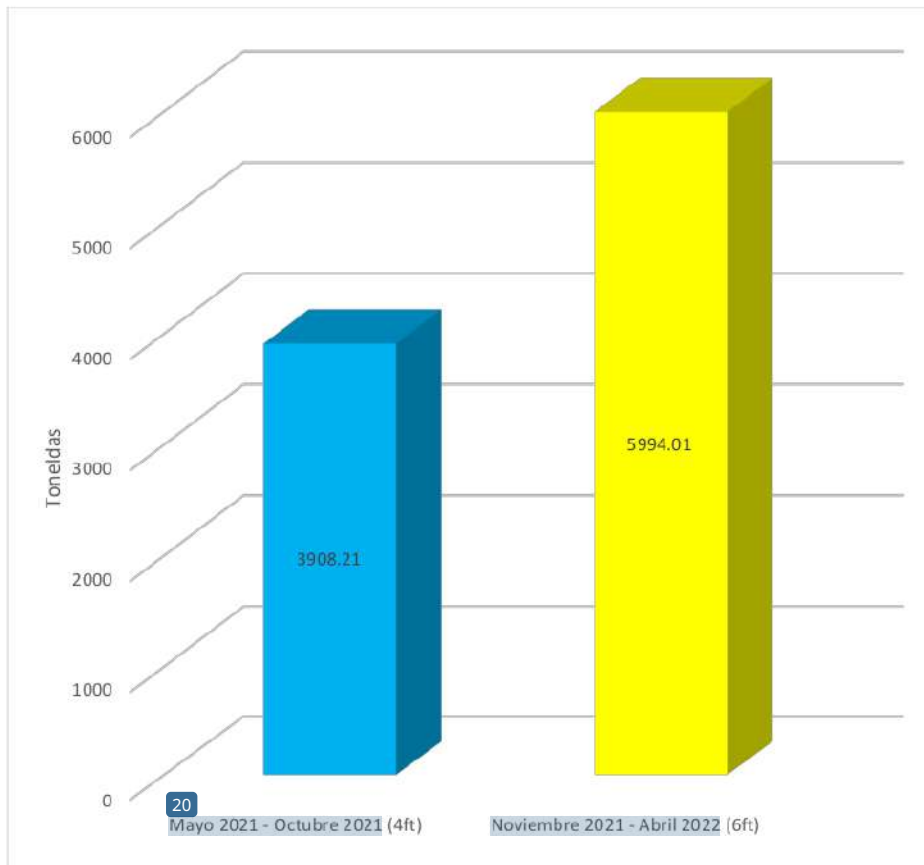


Tabla 22

Costo unitario mano de obra

Malla - 4ft (S/ml)	Malla - 6ft (S/ml)
783,96	491,43

Fuente: Elaboración propia

Figura 21.
Costo unitario mano obra - malla 4ft vs 6ft

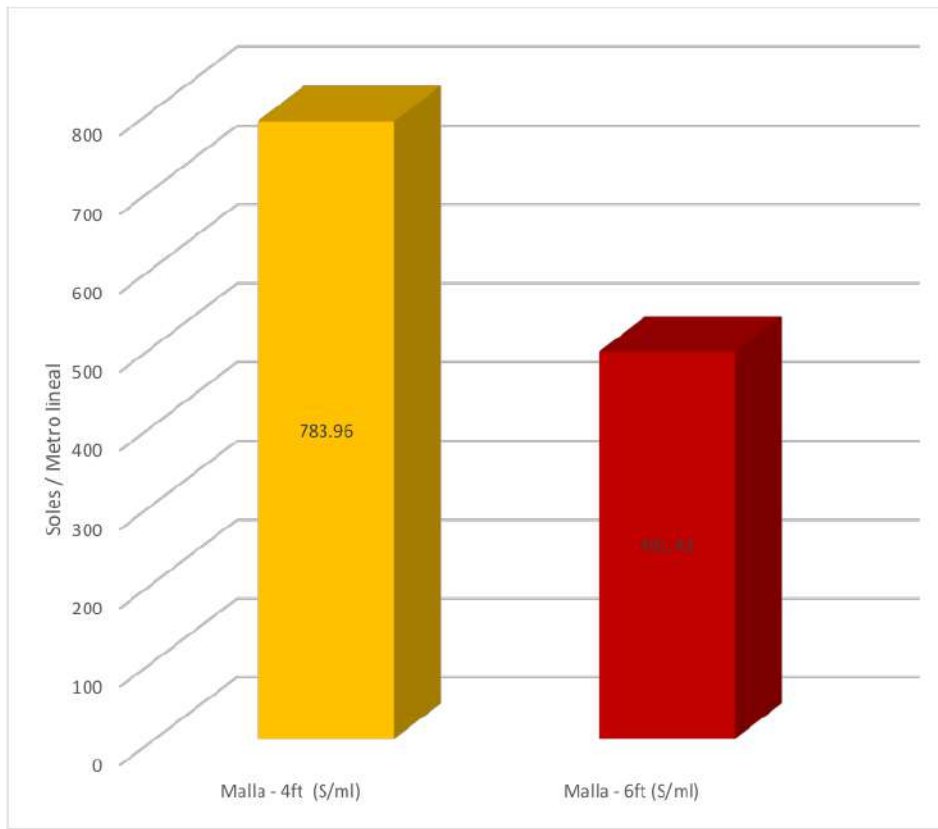


Tabla 23

Costo unitario implementos de seguridad	
Malla - 4ft (S/ml)	Malla - 6ft (S/ml)
68,55	42,97

Figura 22.
Costos unitarios implementos de seguridad - Malla 4ft vs 6ft

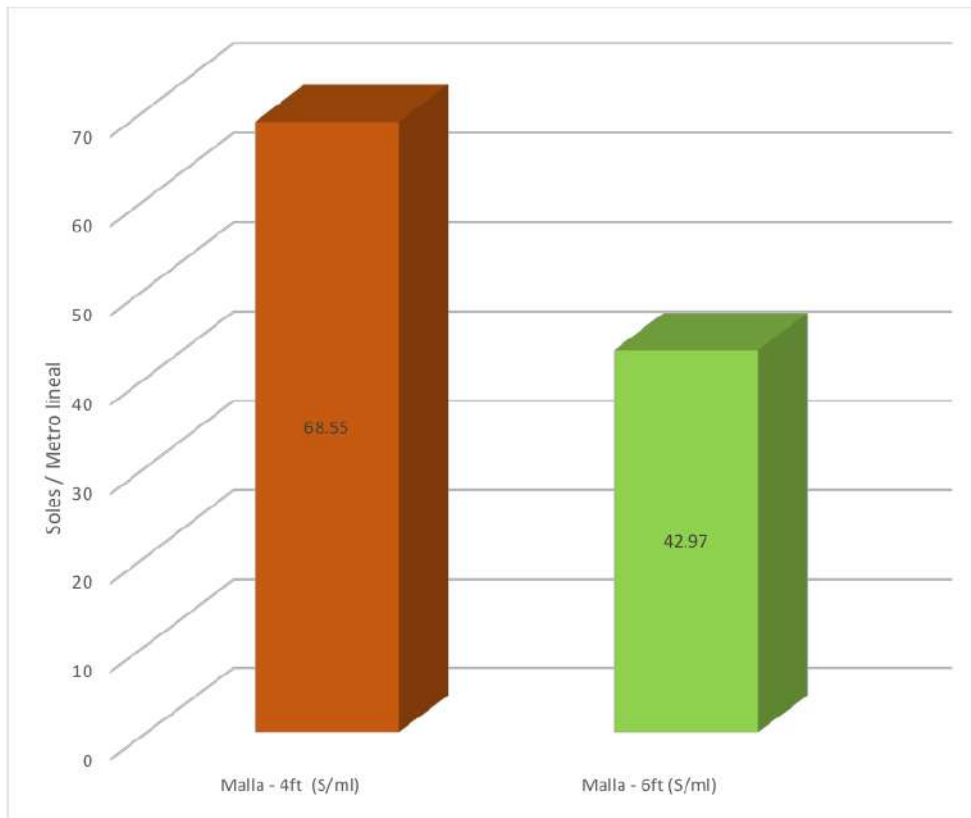


Tabla 24

Costo unitario herramientas	
Malla - 4ft (S/ml)	Malla - 6ft (S/ml)
27.35	17.14

Figura 23.
Costos unitarios herramientas - Malla de 4ft vs 6ft

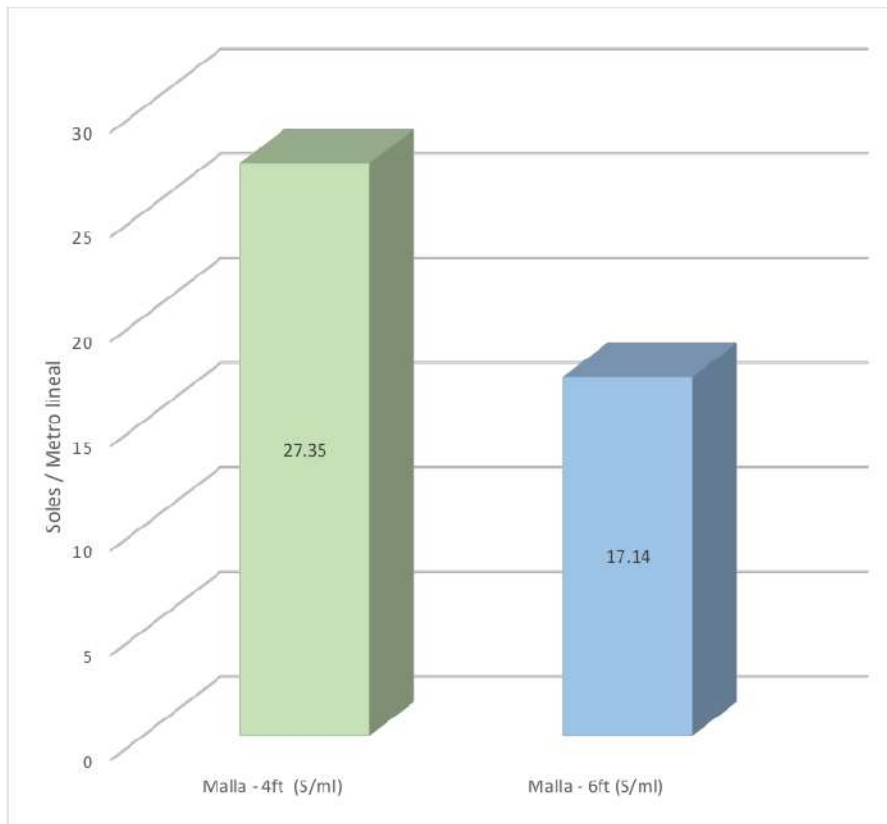


Tabla 25

Costo unitario perforación y voladura	
Malla - 4ft (S/ml)	Malla - 6ft (S/ml)
573,71	534,92

Figura 24.
Costo unitario perforación y voladura - Malla 4ft vs 6ft

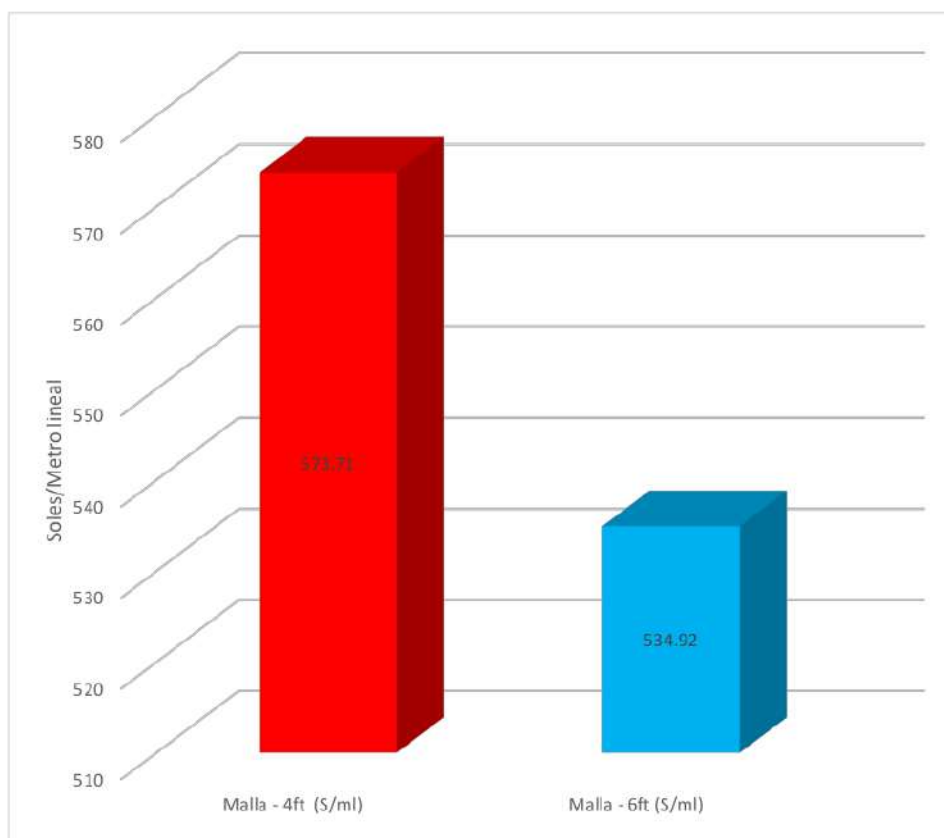
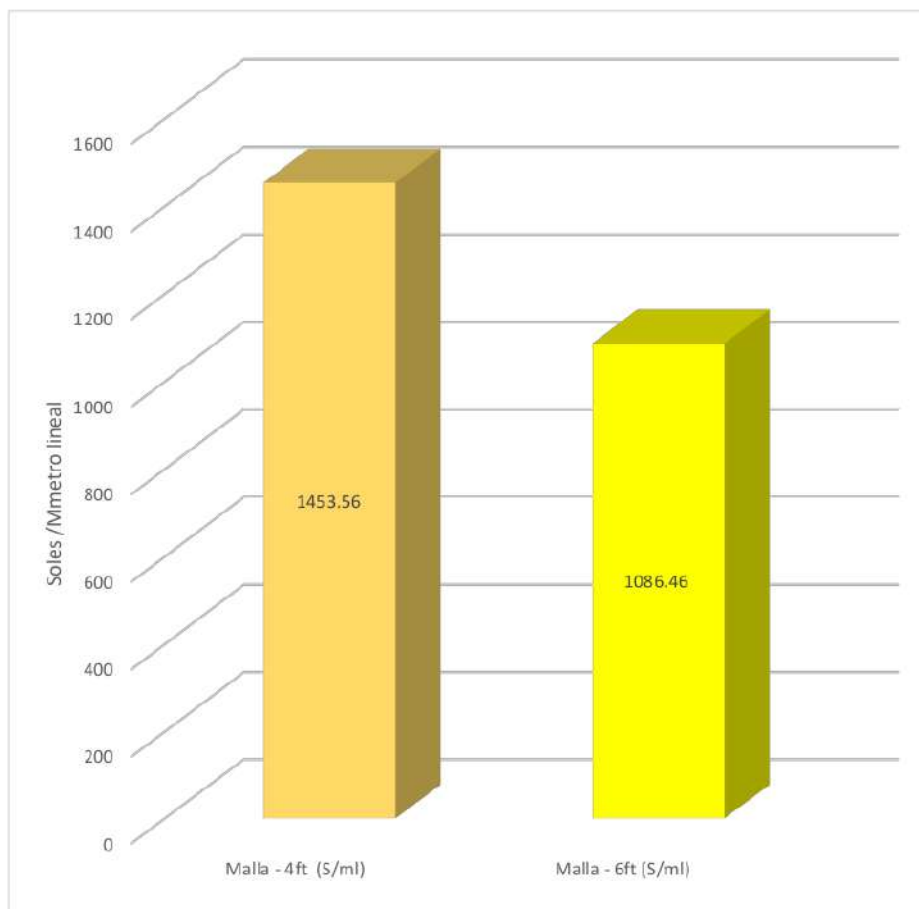


Tabla 26

Costo unitario total malla 4ft vs 6ft	
Malla - 4ft (S/ml)	Malla - 6ft (S/ml)
1453,56	1086,46

Figura 25.
Costo unitario - Malla de 4ft vs 6ft



IV. DISCUSION DE RESULTADOS

Optimizar la malla y el nuevo diseño de perforación para incrementar la producción en mina la del Obrero, Patáz -La libertad, valida la hipótesis estableciendo en esta investigación, en este sentido permitió aumentar la producción obtenida con una malla de 4 pies contra la malla de 6 pies mejorada en sus operaciones para la GL 458 S Veta Guadalupe (ver tabla 17) teniendo como producción total 6035,30 tn de mineral extraído, 14 787,66

metros perforados y un avance 631,44 metros lineales. En la tabla 4 se muestra con respecto a la caracterización del macizo rocoso en base al RQD de las 21 muestras tomadas en las tres semanas según cronograma, tenemos un promedio de 81,4 %, lo que nos hace caracterizar al macizo como una roca buena y competente. Por otro lado, en la Figura 4 vemos la distribución de la malla empírica la cual era diseñada por los maestros a cargo con una medida de 4 pies y que se realizaba dentro de los parámetros del macizo rocoso antes mencionados. Del mismo modo, en la tabla 12 observamos la operación de los valores obtenidos en campo, luego de seguir la fórmula aplicando los 6 pies llegamos a el uso de 20 taladros para un frente de 1,8x1,8 en un tipo de roca I A.

Villacrés (2016), en su investigación titulada “Optimización de costos al sistema de explotación subterránea en la veta Kathy de la empresa PRODUMIN S.A.”, orientándose a reducir los costos de explotación en minas subterráneas, con el método de corte y relleno, concluyendo que con el uso de este método se obtiene una mayor productividad a bajos costos. Esto difiere de nuestros resultados que los costos unitarios presentes antes del incremento de perforación se mantenían en mil cuatrocientos cincuenta y tres puntos cincuenta y seis, se logró reducir dicho costo teniendo un avance superior obtenido así el nuevo costo de mil ochenta y seis puntos cuarenta y seis.

Muruaga (2016) en su investigación titulada “Selección de métodos de explotación para vetas angostas”, cuya finalidad fue ejecutar un método selectivo de vetas angostas según las características que esté presente en el terreno, concluyendo que debido a la existencia de inseguridad en la elección del método de explotación para las situaciones mostradas precedentemente, la cual hace referencia al estudio geomecánica del yacimiento (geometría del yacimiento, condiciones geotécnicas, estado tensional, orientación de las estructuras, orientación de la unidad de explotación). Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación en la (tabla 5) observamos que con respecto a la caracterización del macizo rocoso en base al RQD de las 21 muestras tomadas en las tres semanas según cronograma, tenemos un promedio de 81,4 %, lo que nos hace caracterizar al macizo como una roca buena y competente.

Grigaliunas (2016) en su investigación, “Diseño óptimo de minería subterránea auto soportada”, cuya finalidad fue diseñar un método de explotación mediante el sostenimiento auto soportado mediante la generación e implementación de un modelo de

mejora que va a ayudar a obtener el layout adecuado para los caserones. Esto, con el fin de elevar al máximo los beneficios obtenidos gracias a la mejora en la extracción para cualquier proyecto de explotación con características similares, concluyendo así con un modelo lineal ya permitió asegurar la optimización de un modelo lineal con niveles, resultando 17,17 % mayor en comparación al modelo heurístico, A su vez, el modelo lineal libre entrega resultados 4,70 % mejores que el modelo restringido a niveles; pero a un costo computacional mayor (66 [hrs] extra). Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar en la (tabla 5) que para la completar con la identificación del macizo rocoso y así diseñar la malla de perforación la cual nos va a permitir seleccionar un método de sostenimiento ya que es necesario tener en cuenta que la densidad de la roca varía en un rango de 2.8 kg/m³ a 3.1 kg/m³, promediando para trabajar con un solo dato tenemos que la densidad promedio de la roca es de 2.95 kg/m³.

Chancasanampa (2019) tiene investigación titulada “Diseño de la malla de perforación y voladura para incrementar la productividad de tajeos en la compañía minera Great Panther Coricancha S.A.”, con el propósito de dar a conocer la posibilidad de incrementar la producción de material en los tajeos usando un diseño de malla completamente acorde a las características y necesidades en campo garantizando un ciclo de minado exitoso y beneficioso. En este trabajo se aplicó la metodología de tipo análisis comparativo en la producción de mineral en los tajeos antes y después aplicar un nuevo diseño de malla de perforación y voladura. Se concluye, en que La aplicación de este diseño de malla de perforación y voladura en el tajeo 068, nos permitió reducir daño a las paredes 0,03 m, etc. Culminando en el aumento en la producción de mineral del tajeo 068 a 4.5 TM/Hombre-gdía, además se redujo el tiempo en ciclo de minado a 11,2 días por disparo en el tajo, así mismo la dilución en 4,87 %). Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que la distribución de carga explosiva para la GL 458 S se muestra en la Tabla 14, cuyo frente de 1,8 x 1,8 m y un roca tipo 1 - A muy buena, se muestran en la siguiente tabla, cabe mencionar que esta malla se diseñó de acuerdo al tipo de explosivo que se está usando en la labor, el tipo de roca presente, como datos a tomar en consideración, destaca el factor de carga 1,74 kg/m³ y el número de taladros 23 perforados, 19 con carga explosiva y 4 funcionando como cara libre o taladros de alivio, además de la longitud de perforación 6ft. (Ver figura 13)

Díaz y Sotelo (2019) es su proyecto que lleva por nombre “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”. Cuyo objetivo es demostrar de manera práctica la importancia de realizar un adecuado diseño de la malla de perforación y voladura. Los resultados obtenidos con el nuevo diseño son: el factor de potencia se vio reducido de 1,23 a 1,15 kg/t, un total 6,8 % de diferencia, mientras el avance por disparo se vio aumentado de 1,51 a 2,10 m, diferencia significativa de 39,2 % mientras que el factor de carga lineal paso de 23,24 a 21,02 kg/m reduciéndose en un 9,6 %; lo cual se traduce en un ahorro mensual por frente de trabajo de S/. 21 421,12. Concluyendo que de esto se concluye que mediante la correcta aplicación de los modelos matemáticos de Holmberg y sus colaboradores; y bajo sus parámetros es posible lograr una mejor construcción de la rejilla de perforación y voladura, lo que refleja claramente un mayor avance lineal. Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que en la Tabla 15 muestra los datos de perforación para la nueva malla, donde destacamos la eficiencia de la perforación de 96% (1.75 m) y la nueva longitud de 6ft.

Espinoza y Vásquez (2019), Para optar el título profesional de ingeniero de minas, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, presentaron la siguiente investigación titulada, “Estudio de la viabilidad técnica del incremento del metraje de avance por disparo en secciones 4x4 en mina Condestable”, con el objetivo de aumentar el rendimiento de los avances, conservando la productividad del equipo en labores de preparación, concluyendo que se logró un avance mayor a 5 metros, realizando arranques con taladros paralelos y dimensionando adecuadamente los taladros de alivio. Además, se consiguió reducir los metros perforados de 51,25 m con el jumbo de 14 pies a 38,76 m con el jumbo de 20 pies. Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que se ha obtenido la siguiente información de la Tabla 20 en metros lineales perforados - Periodo mayo 2021 - abril 2022 de igual modo en los gráficos mostrados (Ver figura 19)

Roman (2019) una investigación titulada “Cambio de longitud de perforación de 4 a 6 pies para incrementar la producción en mina Profe, Llacuabamba, La Libertad”. El propósito y/o finalidad principal fue dar a relucir que es posible usar medidas e implementar nuevas estrategias para incrementar el mineral producido en la mina de la Sociedad Minera Fundición, estas medidas serán puestas en operaciones siempre y cuando la aplicación

garantice una mejora mediante la comprobación de los pros y beneficios de la misma. Esta investigación es de tipo cuantitativo, experimental. Concluyendo que es posible incrementar la producción de la sociedad minera Fundición, cambiando el tamaño de la perforación de 4 a 6 pies y que aplicando efectivamente los controles operacionales se puede hacer más eficiente el avance lineal proyectado. Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que se ha obtenido la siguiente información donde en la **Tabla 12** observamos la operación de los valores obtenidos en campo luego de seguir la formula aplicando los 6 pies llegamos a el uso de 20 taladros para un frente de 1,8x1,8 en un tipo de roca I A.

Beltran (2020) es su investigación titulada “Diseño de malla de perforación y voladura para optimizar la productividad en una mina subterránea en Pataz La Libertad 2020”, cuyo propósito principal fue realizar una malla de perforación de acuerdo a las características geomecánicas del macizo rocoso, maquinaria empleada y técnicas de perforación y voladura, su metodología fue realizar un estudio de tipo descriptivo y aplicado enfocado a la investigación para mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias y reducir los costos operativos, los resultados de esta investigación fueron el incremento de los avances por disparo, reducción del factor de carga y un ahorro de 109,63 soles por metro lineal, optimizando la productividad en favor de la empresa. Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que se ha obtenido la siguiente información en base a los costos obtenidos desde la (Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24 y figura 25) donde observamos un ahorro progresivo.

Jeremías (2020) en su investigación titulada “Diseño de malla de perforación y voladura para mejorar la fragmentación de roca en Mina Paola de Compañía Minera San Lucas S.A.C.” cuya finalidad fue el de diseñar y establecer una nueva malla de perforación para así mejorar la voladura, utilizando la teoría de Holmberg, optimizando y uniformizando la segmentación en aproximadamente cincuenta por ciento, presentando tamaños inferiores o iguales a 12 ft tomando como referencia las características geomecánicas para un tipo de roca III-A, se redujo el factor de carga a 2,09 kg/m³ de explosivo por disparo, llevar un seguimiento en la actividad de perforación y en la voladura de rocas, además de discernir en el uso específico de explosivos para cada frente de trabajo dando énfasis en la medida a usar y la técnica a implementar teniendo como resultado un reducción en el porcentaje de explosivo, finalizando en el cumplimiento mensual y anual de las metas establecidas en el

departamento de planeamiento con una cuota de 3,48 metros lineales/disparo. ¹ Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que se ha obtenido la siguiente información en la ¹³Tabla 18 y para verificarlo revisar (Figura 17)

Hinostroza (2021) en su proyecto ¹³de investigación titulada “⁵Diseño de malla de perforación y voladura en tajeos para incrementar producción en Unidad Minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A. – 2020” cuya finalidad fue ⁵el diseño de la malla de perforación y voladura en tajeos para observar su ⁵influencia en el incremento de la producción en la Unidad Minera San Andrés de Minera Aurífera Retamas S.A. Para tal fin se realizó un trabajo de investigación con el método científico, del nivel aplicada, del tipo explicativo y con el diseño cuasi experimental, obteniendo un resultado positivo en la producción por disparo de 9,856 TM/disparo, cuyo 95 % representa de la producción teórica de mineral contra los 80 % de producción obtenidos antes de la aplicación de este trabajo. Para la caja techo se uno voladura contralada mediante la perforación de taladros en línea para asegurar un disparo sin afectar al macizo rocoso de no interés, se optó por sustituir el EXSABLOCK, explosivo usando antes de esta investigación, por los tubos de PVC fijados con el explosivo EXADIT de 45 % y separados ¹estratégicamente a lo largo del taladro, teniendo como resultado un disparo eficiente y controlado. ¹Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que la distribución de carga explosiva para la GL 458 S se muestra ²⁷en la **Tabla 14**, cuyo frente de 1,8 x 1,8 m y un roca tipo 1 - A muy buena, se muestras ²⁷en la siguiente tabla, ⁸cabe mencionar que esta malla se ³diseñó de acuerdo al tipo de explosivo que se está usando en la labor, el tipo de roca presente, como datos a tomar en consideración, destaca ³el factor de carga 1,74 kg/m³ y el número de taladros ⁸23 perforados, 19 con carga explosiva y 4 funcionando como cara libre o ⁸taladros de alivio, además ⁸de la longitud de perforación 6ft. Ver (figura 13).

Torres (2023) en su trabajo de investigación ²titulado “²Diseño de mallas de perforación mecanizada para mejorar indicadores y avances en labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.” cuya finalidad fue ¹¹determinar de qué manera el diseño de las mallas de perforación influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en dicha ¹¹unidad minera, teniendo como metodología ¹¹la investigación aplicada descriptivo-explicativo, ¹¹el diseño de investigación elegido fue el cuasi – experimental, teniendo como resultado una ¹¹mejorado en la longitud de avance por disparo de 1,90 m se incrementó a 2,09 m; el factor de avance se mejoró en 10 % y permitirá cumplir con las programaciones de las labores de desarrollo. La disminución del 17 % de factor de carga representa una mejora

significativa en los costos de uso de explosivo para los disparos, reduciendo así de 2,92 kg/m³ de explosivo promedio a 2,40 kg/m³. Por tanto, es acorde de acuerdo al análisis realizado en esta investigación podemos observar que en la **Figura 16** podemos apreciar los avances en metros lineales concernientes a los meses de noviembre 2021 a abril 2022, lo destacable se encuentra en enero donde se obtuvo un avance lineal de 108,25 ml mientras que el mes que obtuvo menos avance en metros lineales es marzo con 99,36 ml.

El estudio de optimización de la malla de perforación para incrementar la productividad en la mina la Roca del Obrero, Patáz -La Libertad, tiene ciertas limitaciones, esto como consecuencia de que el macizo rocoso rico en pirita aurífera en la zona de Patáz no es uniforme y adjunto a esto la poca experiencia realizando mallas de perforación óptimas para un mejor resultado.

Los resultados obtenidos sobre la optimización de la malla de perforación para incrementar la productividad en la mina la Roca del Obrero, Patáz -La Libertad permite establecer criterios para futuras investigaciones sobre el tema en estudio, en la cual se pueden usar nuevos métodos de perforación y voladura brindando un trabajo eficiente y con pocas limitantes.

Los resultados de la unidad de estudio facilitan a los ingenieros en la aplicación de nuevos métodos de explotación de yacimientos subterráneos con aplicaciones de estudios de suelos, aplicaciones de nuevas mallas de perforación, aumento de la misma y un uso correcto de los explosivos mejorando todo este proceso constantemente.

Los hallazgos encontrados en cuanto a la optimización de la nueva malla de perforación han permitido mejorar el proceso, brindando un mayor porcentaje de extracción y a la vez una reducción significativa en tema de gastos operativos dentro de la mina La Roca del Obrero.

V. CONCLUSIONES

PRIMERA

Se logro optimizar la malla de perforación de 4pies a 6 pies, luego de analizar diversos factores como dureza de la roca existente en las labores designadas, la toma de tiempos al perforar, la falta de experiencia de los maestros con el diseño de mallas empíricas y por consecuente un mal uso de los explosivos distribuidos, al realizar todas estas evaluaciones dentro de las labores designadas hemos logrado incrementar la productividad en mina la Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.

SEGUNDA

Para lograr la optimización deseada se analizó la caracterización geomecánica de dicha mina en mención y se concluyó que estamos laborando con un tipo de roca muy competente con RQD de 81% y RMR de 87 % contribuyendo así ¹⁰ diseño de una malla de perforación con lineamientos basados en el uso de barrenos de 6 pies en la Unidad Minera La Roca Del Obrero.

TERCERA

En dicha optimización se ha realizado una malla de perforación de 4 a 6 pies, y se concluyó luego de los cálculos y toma de datos en las labores pertinentes que se nos designaron que con una malla nueva la cual está conformada de veinte tres taladros cuyo factor de carga fue de uno punto setenta y cuatro kilogramos por metro cubico, se ha logrado reducir significativamente el uso de explosivo por disparo y aumentar la producción en la mina La Roca del Obrero, Patáz -La Libertad.

CUARTA

En esta Optimización ² de la nueva malla de perforación se analizó los resultados obtenidos en cada labor designada con la implementación de nuevos cálculos y recursos disponibles para realizar de manera efectiva la nueva malla de perforación de 4 a 6 pies.

QUINTA

Posterior a esto concluyó que hay un aumento significativo en la producción de mineral de treinta y cuatro puntos ocho por ciento, así como un aumento en avance lineal de ocho puntos cincuenta y dos por ciento y una reducción significativa en ³ el costo unitario por metro de lineal de veinticinco puntos tres por ciento en la mina Roca del Obrero, Patáz -La Libertad demostrando así que

una nueva visión en el área de la minería y dejando de lado los lineamientos convencionales.

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA

Se recomienda el poder realizar un estudio constante en todas las labores que se deseen apertura a futuro, evaluando desempeño del personal, eficiencia de las maquinas etc.

SEGUNDA

Se recomienda el poder realizar una evaluación constante en la caracterización del macizo rocoso ya que está en un cambio continuo por cada metro lineal avanzado.

Por otro lado, se tiene que llevar un control sistemático en sus operaciones, ya que al realizar esto vamos a dar una secuencia al trabajo de manera ordenada y con el mínimo de pérdidas.

TERCERA

Se recomienda que, al realizar cada voladura, se haga con todos los parámetros de seguridad y con una manipulación de los explosivos de acorde a los reglamentos de seguridad en manipulación y transporte de los mismos.

CUARTA

Tenemos que asignar un tipo de malla especialmente diseñado para cada tipo de roca presente en el proyecto, la cual nos va permitir determinar cantidad de taladros, cantidad de explosivos y el tonelaje promedio que se va a sacar con cada disparo.

QUINTA

Se recomienda implementar en la mina La Roca Del Obrero los estándares fijos de perforación y voladura y procedimientos escritos de trabajos seguro.

SEXTA

Se recomienda de manera reiterada día tras día el capacitar al personal de manera constante en temas operativos, de seguridad, uso correcto de EPP, transporte de personal en interior mina, transporte de equipos dentro de mina, manipulación de material explosivo (Carmex, guías, fulminantes, masas de explosivo).

SEPTIMA

¹² En el diseño de mallas de perforación según el tipo de roca que se nos presente debemos tener cuidado de seguir los parámetros fijados, en especial el personal capacitado a cargo de esa operación unitaria (Perforación), verificando la perforación optima, cálculo de tiempos de perforación, evacuación de los detritos etc.

OCTAVA

Del mismo modo recomendar en futuros trabajos de esta actividad minera subterránea, tener presente en cada momento en el tema de seguridad para no tener accidentes futuros que puedan paralizar las operaciones manteniendo un flujo constante de trabajo seguro y responsable.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ⁶ Apaza, J. y Sedano, E. (2012). *Aplicación de la Metodología de los siete pasos del control de la calidad para mejorar la voladura en las labores de avance, mina Atahualpa de CMPSA* [Tesis Para Optar los Títulos Profesionales de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional del centro del Perú]. Archivo digital. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3165/Apaza%20Encalada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ulloa, P. (2014). *Aplicación de voladura controlada en el Túnel de Aducción de la Central Hidroeléctrica Pias 1- e.e. Ayepsa Cia Minera Horizonte* [Para Optar los Títulos Profesionales de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Archivo digital. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3d327937-180d-4b21-8cc8-c9aea95fb1a0/content>
- Ayuque, M. (2020). *Mejora de los Rendimientos de avance por disparo en la Cía. Minera Chungar S.A.C. [Para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería de Minas, Universidad Continental]*. Archivo digital. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7527/4/IV_FIN_110_TI_Ayuque_Carrera_2020.pdf
- Calderón, M. (2015). *Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el Avance y Producción de la minería de mediana escala (Unidad Minera Macdesa)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Archivo digital. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3182/Calderon%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, G. y Sotelo, C. (2019). *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*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC. Archivo digital. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/629960/Diaz_BG.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Espinoza, L. y Vásquez, J. (2019). *Estudio de la viabilidad técnica del incremento del metraje de avance por disparo en secciones 4x4 en mina Condestable*. [Tesis de

- Pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Archivo digital.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15509>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrero, A (2017). *Evaluación y análisis de daño en voladuras subterráneas*. [Máster Universitario de Ingeniería de Minas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía]. Archivo digital.
http://oa.upm.es/48712/1/TFM_Alvaro_Herrero_Garcia.pdf
- Herrero, A (2017). *Evaluación y análisis de daño en Voladuras Subterráneas*. [Máster Universitario de Ingeniería de Minas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía]. Archivo digital.
http://oa.upm.es/48712/1/TFM_Alvaro_Herrero_Garcia.pdf
- Jamal, R (2015). *Rock characterization while drilling and application of roof bolter drilling data for evaluation of ground conditions*. [Tesis Doctoral de la Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering]. Archivo digital.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775515000335>
- Loza, R. (2013). *Aplicación del método de Holmberg para el mejoramiento de la malla de voladura en la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].
http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/2453/168_2013_loza_cara_zas_ra_fain_minas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mark, A. (2022). *Fully Automated Drill and Blast for Mining*. [Tesis doctoral de University of Southern Queensland]. Archivo digital.
https://www.researchgate.net/profile/MarkClarkson/publication/361616172_Clarkson_Fully_automated_drill_and_blast_DPEN_Thesis_31_May_2022/links/62bc8e0cf9dee438e8cbcaad/Clarkson-Fully-automated-drill-and-blast-DPEN-Thesis-31-May-2022.pdf
- Palomino, H. (2016). *Optimización del proceso de perforación y voladura en las labores de desarrollo, para mejorar la eficiencia en compañía minera Poderosa S.A.* [Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional de Trujillo]. Archivo digital.
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5348/PALOMINO%20VIDAL%20HENRRY%20ALEXANDER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Peñañiel, V. (2016, 20 de abril) *La técnica de observación*.
<https://es.slideshare.net/VictorPeañielRosero/la-tnica-de-observacin-61159897>
- Quispe, J. (2014). *El Modelo Matemático de Holmberg como alternativa en el diseño de mallas de perforación para optimizar las operaciones de voladura subterránea en la CIA, Minera Casapalca S.A.* [Tesis para optar el Título Profesional Ingeniero de Minas, Universidad Nacional de Huancavelica] Archivo digital.
<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/599/TP%20%20UNH%20MINAS%200017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, P. (2019). *Reducción de costos operativos por medio del control de indicadores en el proceso de perforación y voladura en Minera Yanaquihua S.A.C. – Estudio de caso*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].
http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2380/1/Poul%20Reyes_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf
- Ríos, R. (2015). *Aplicación de Método de Holmberg para optimizar diseño de malla de perforación y voladura en empresa contratista minera Turo S.A.C. – Marsa* [Para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional del centro del Perú]. Archivo digital.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3856/Rios%20Gutierrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, R. (2019). *Diseño de mallas de perforación para optimizar el avance lineal del crucero 121 Norte y Sur del nivel 1600 en Mina Cerro Lindo, distrito Chavín, provincia de Chincha - Ica - Año 2018*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Moquegua].
https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/handle/UNAM/109/T095_46733341_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Solórzano, C. (2019). *Aumento de la eficiencia de avance por disparo cambiando el tipo de explosivo de emulsión encartuchada por emulsión a granel en los frentes de avance de sección 3.5mx3.0m - Unidad Minera San Vicente – SIMSA, 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12118/SOL%c3%93RZANO%20AVALOS%2c%20C%c3%89SAR%20ALBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Valentin I., (2020). *Prospects of Applying MWD Technology for Quality Management of Drilling and Blasting Operations at Mining Enterprises* [Tesis Doctoral Faculty of Mining Engineering, Saint Petersburg Mining University, 199106 Saint Petersburg, Russia.] Archivo digital. <https://www.mdpi.com/2075-163X/10/10/925>
- Van, E. (2020). *Drill Monitoring for Rock Mass Assessment in Tunnelling*. [Tesis Doctoral de la Luleå University of Technology, Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, Mining and Geotechnical Engineering.] Archivo digital. <https://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1459128&dswid=1601>
- Vidal, C. y Correa, G. (2017). *Modelo matemático de Holmberg para mejorar la perforación y voladura en la zona alta de la compañía minera Lincuna S.A - 2017* [Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Santiago Antúnez de Mayolo] Archivo digital. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2137/T033_4613889_1_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Minero, T. (2019, octubre 31). *Voladura y perforación minera: aquí todos sus esquemas*. *Tiempo Minero*. <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/tipos-voladura-y-perforacion-minera-especializacion/>
- Bernola, J. y Castilla, J. y Herrera J. (2013). *Perforación y Voladura de Rocas en Minería* [Documento preparado con finalidad educativa] Archivo digital. https://oa.upm.es/21848/8/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf
- Vista de ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN Y VOLADURAS EN MINERÍA DE SUPERFICIE EMPLEANDO EL ENFOQUE DE LA PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA (2024), recuperado del archivo digital. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/30381/43370>

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Intrumentos de recolección de información

Costo por avance diario / Avance diario				
	MES 1		...	MES (n)
Día	Costo	Mineral producido		Mineral producido
1			...	
...			...	
31			...	
Total			...	

Avance diario				
	MES 1		...	MES (n)
Día	Avance	Mineral producido		Mineral producido
1			...	
...			...	
31			...	
Total			...	

Nombre original del instrumento	Observación experimental
Autor y año: JEHFFERSONN JHOEL CAJUSOL PAREDES – 2021	Original: x
	Adaptación:
Objetivo del instrumento:	Obtener los datos luego de la aplicación de la propuesta en la presente, tales como producción, costo, y avance de perforación.
Usuarios:	GL458S
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Se va a aplicar para en corroboración de las hipótesis analizando los resultados
Validez:	Excelente validez, índice de validez 0.86
Confiabilidad:	Confiable según la correlación de los resultados, r=0.70

4 **Anexo 3**

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Malla de Perforación	<p>1 Se trazan líneas con las cuadrículas previamente calculadas, las cuales se marcan el área de voladura, con las cuales el encargado de las perforaciones realiza su trabajo. (Correa y Martínez, 2017)</p>	<p>2 La variable será evaluada mediante las siguientes dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio geológico • Propiedades de la roca • Perforación • Costos totales 	<p>Estudio geológico</p> <p>Propiedades de la roca</p> <p>Perforación</p> <p>Costos totales</p>	<p>2 Geología regional</p> <p>Geología local</p> <p>RMR</p> <p>RQD</p> <p>Densidad de la roca</p> <p>Burden</p> <p>Espaciamiento</p> <p>Costos de perforación</p> <p>Costos de voladura</p> <p>Costos de mano de obra</p>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Intervalo</p>
Variable dependiente: Productividad	<p>La productividad es la relación entre la cantidad de productos recibidos de un sistema de producción y los recursos utilizados para lograr esa producción.</p>	<p>La variable será evaluada mediante las siguientes dimensiones:</p> <p>Eficiencia de perforación</p> <p>Eficiencia de voladura</p>	<p>Eficiencia de perforación</p> <p>Eficiencia de voladura</p>	<p>Longitud de perforación</p> <p>2 Malla de perforación</p> <p>Factor de carga</p> <p>Factor de avance lineal</p>	<p>Intervalo</p>

4

Anexo 4

Carta de presentación

CARTA DE PRESENTACION

TRUJILLO 10 DE FEBRERO DEL 2021

SALUDOS CORDIALES SRA. MIRANDA CASTILLO LILIANA DEL CARMEN, MI NOMBRE ES JEFFERSON JOEL CAJUSOL PAREDES, EGRESADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI, QUIEN EN CALIDAD DE EGRESADO, SOLICITO A SU PERSONA PODER REALIZAR UN ESTUDIO PARA MI PROYECTO DE TESIS, EL CUAL ME SERVIRA PARA CONTINUAR CON MI PROCESO DE CRECIMIENTO PERSONAL Y PERMITIRIA TITULARME DE LA CARRERA ANTES MENCIONADA, LA INFORMACION QUE NECESITO ES DE CARACTER TECNICO TALES COMO LAS CARACTERISTICAS GEOMECANICAS DEL MACIZO ROCOSO, HISTORIAL DE PRODUCCION Y COSTOS OPERATIVOS RELACIONADOS A LA PERFORACION Y VOLADURA, ASI COMO INFORMACION RECOPIADA EN EL CAMPO.

DESEANDO QUE TENGA UN BUEN DIA, ME DESPIDO AFECTUOSAMENTE, ESPERANDO UNA PRONTA RESPUESTA.



JEFFERSON JOEL CAJUSOL PAREDES
DNI: 70228386

Anexo 5

Carta de autorización para el uso de información

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TESIS EN LA MINA LA ROCA DEL OBRERO - CUYMUY-ANEXO ZARUMILLA – DISTRITO DE PATAZ- PROVINCIA PATAZ- LA LIBERTAD


Yo, **MIRANDA CASTILLO LILIANA DEL CARMEN**, minero en vías de formalización, inscrito en el Registro Integral de Formalización Minera-REINFO con el RUC N° 10074912252, con domicilio en Calle San Pedro S/N, distrito y provincia de Pataz, departamento de La Libertad, brindo la autorización al BACHILLER: JEHFFERSONN JOEL CAJUSOL PAREDES con DNI: 70228586 para realizar su tesis y la recolección de datos en la mina registrada bajo mi REINFO con el nombre de CUYMUY la que se encuentra ubicada en el ANEXO ZARUMILLA – PROVINCIA Y DISTRITO DE PATAZ- LA LIBERTAD.

DECLARO BAJO CUSTODIA DE MI POSESIÓN:

Ser responsable de la autorización debida para la realización de dicha tesis dentro de las instalaciones de la mina LA ROCA DEL OBRERO - CUYMUY esperando tenga un crecimiento profesional en su vida y haga buen uso de lo aprendido en nuestras instalaciones.

La presente declaración, la efectúo de buena fe, basada en los principios del BACHILLER en mención.

Me afirmo y me ratifico en lo expresado, en señal de lo cual firmo el presente documento en la ciudad de Pataz, en la fecha 9 de agosto 2021.


MIRANDA CASTILLO LILIANA DEL CARMEN
DNI N° 07491225
RUC N° 10074912252


Anexo 6

Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo **MIRANDA CASTILLO LILIANA DEL CARMEN** en mi carácter de representante legal de la mina **ROCA DEL OBRERO – CUYMUY – ANEXO ZARUMILLA – DISTRITO DE PATAZ – PROVINCIA PATAZ – LA LIBERTAD** con **RUC: 10074912252** doy mi consentimiento para que el **BACH. JEHFFERSONN JHOEL CAJUSOL** identificado con **DNI: 70228586** inicie con su proyecto de investigación respetando los acuerdos verbales de confidencialidad y uso de información.

FIRMA:
DNI:


MIRANDA CASTILLO LILIANA DEL CARMEN
DNI N° 07491225
RUC N° 10074912252

Anexo 7

Asentimiento informado

ASENTIMIENTO INFORMADO

Yo JEHFFERSONN JHOEL CAJUSOL identificado con DNI: 70228586. Certifico que he sido informado con claridad y veracidad respecto al permiso de inicio de actividades para la realización de mi Proyecto de investigación, con fines exclusivamente académicos de parte de la Sr. MIRANDA CASTILLO LILIANA DEL CARMEN representante de la mina ROCA DEL OBRERO – CUYMUY – ANEXO ZARUMILLA – DISTRITO DE PATAZ – PROVINCIA PATAZ – LA LIBERTAD con RUC: 10074912252, reafirmando mi acuerdo de confidencialidad de datos y uso de información.

FECHA: 10 DE JULIO DEL 2021



JEHFFERSONN JHOEL CAJUSOL PAREDES
DNI: 70228586



MIRANDA CASTILLO ESPAÑA DEL CARMEN
DNI N° 07491225
RUC N° 10074912252

Anexo 8

Matriz de consistencia

3 TÍTULO	FORMULACIÓN DE PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
	<p>General</p> <p>El aumento de extensión de perforación de 4 a 6 pies permitirá incrementar la producción de la mina Roca del Obrero, Patáz-La Libertad.</p> <p>¿Cómo Optimizar la malla de perforación para incrementar la productividad en la mina la Roca Del Obrero, patáz-La Libertad?</p> <p>Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la caracterización geomecánica para el diseño de la malla de perforación en la Mina La Roca Del Obrero, Patáz-La Libertad. Realizar la malla de perforación según la caracterización geomecánica en la Mina La Roca Del Obrero, Patáz-La Libertad. 	<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> El análisis de la caracterización geomecánica permitirá realizar el diseño de una malla de perforación en la mina La Roca del Obrero, Patáz-La Libertad. <p>Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizando una malla de perforación de 4 a 6 pies permitirá incrementar la producción en la mina La Roca del Obrero, Patáz-La Libertad. Si se analiza los resultados obtenidos con la implementación de la nueva malla de perforación de 4 a 6 pies se permitirá evaluar su efectividad en la mina Roca del Obrero, Patáz-La Libertad. 	<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> Optimizar la malla de perforación para incrementar la productividad en la mina La Roca del Obrero, Patáz-La Libertad. <p>Específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la caracterización geomecánica para el diseño de la malla de perforación en la mina La Roca del Obrero, Patáz-La Libertad. Realizar la malla de perforación según la caracterización geomecánica en la mina La Roca del Obrero, Patáz-La Libertad. 	<p>Independiente</p> <p>La malla de perforación.</p> <p>Dependiente</p> <p>Productividad.</p>	<p>Tipos de ventilación</p> <ul style="list-style-type: none"> Clases de ventiladores Caudal de aire Galería, rampas, subniveles y tajo. Los sistemas de ventilación Polvo particulado Cálculos de aire necesario 	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Diseño: Transversal - No Experimental</p> <p>Población: La población del proyecto de investigación está conformada por la mina La Roca del Obrero</p> <p>Muestra: La muestra está conformada por los diferentes niveles y subniveles de la mina La Roca.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</p> <p>Técnicas de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Técnica de análisis documental. Técnica de observación. <p>Instrumentos de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Guía de análisis documental. Guías de observación.

- - Determinar el costo
beneficio **3** con la
implementación de la malla
de perforación en la Mina La
Roca Del Obrero, Patáiz -La
Libertad.

10 implementación de la malla
de perforación en la mina
1 La Roca del Obrero, Patáiz -
La Libertad.

Anexo 9

Instrumentos de recolección de información - Control de avance diario GL 458 S – Periodo noviembre 2021 – abril 2022 - 4ft

Dia	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre	
	Avance (ml)	Mineral producido (Tn)	Avance (ml)	Mineral producido (Tn)	Avance (ml)	Mineral producido (Tn)	Avance (ml)	Mineral producido (Tn)	Avance (ml)	Mineral producido (Tn)	Avance (ml)	Mineral producido (Tn)
1	2.211	21.137	2.217	21.193	2.300	21.990	2.149	20.537	2.250	21.505	2.242	21.429
2	2.209	21.118	2.208	21.107	2.230	21.320	2.148	20.527	2.218	21.200	2.219	21.209
3	2.226	21.280	2.218	21.203	2.226	21.282	2.147	20.517	2.241	22.375	2.217	21.190
4	2.219	21.214	2.214	21.165	2.319	22.171	2.150	20.546	2.219	21.209	2.215	21.171
5	2.217	21.194	2.218	21.203	2.240	21.416	2.160	20.642	2.217	21.190	2.219	21.209
6	2.215	21.175	2.215	21.174	2.248	21.492	2.140	20.451	2.218	21.200	2.217	21.190
7	2.219	21.214	2.219	21.213	2.219	21.215	2.148	20.527	2.210	21.123	2.389	22.834
8	2.210	21.128	2.217	21.193	2.218	21.206	2.130	20.355	2.242	21.429	2.349	22.452
9	2.211	21.137	2.218	21.203	2.260	21.607	2.148	20.527	2.219	21.209	2.226	21.276
10	2.209	21.118	2.210	21.127	2.319	22.171	2.186	20.890	2.217	21.190	2.219	21.209
11	2.226	21.280	2.209	21.117	2.317	22.152	2.148	20.527	2.215	21.171	2.217	21.190
12	2.219	21.214	2.226	21.279	2.318	22.162	2.145	20.498	2.219	21.209	2.242	21.429
13	2.217	21.194	2.219	21.213	2.270	21.703	2.148	20.527	2.354	22.499	2.218	21.200
14	2.215	21.175	2.217	21.193	2.209	21.120	2.147	20.517	2.210	21.123	2.221	21.228
15	2.220	21.223	2.215	21.174	2.226	21.282	2.148	20.527	2.209	21.114	2.210	21.123
16	2.217	21.194	2.219	21.213	2.270	21.703	2.150	20.546	2.226	21.276	2.219	21.209
17	2.227	21.290	2.217	21.193	2.226	21.282	2.140	20.451	2.219	21.209	2.217	21.190
18	2.218	21.204	2.210	21.127	2.230	21.320	2.148	20.527	2.217	21.190	2.242	21.429
19	2.221	21.233	2.209	21.117	2.350	22.468	2.130	20.355	2.242	21.429	2.218	21.200
20	2.227	21.290	2.226	21.279	2.240	21.416	2.148	20.527	2.309	22.069	2.221	21.228
21	2.224	21.261	2.219	21.213	2.249	21.502	2.168	20.718	2.221	21.228	2.210	21.123
22	2.221	21.233	2.217	21.193	2.265	21.655	2.148	20.527	2.210	21.123	2.209	21.114
23	2.210	21.128	2.218	21.203	2.265	21.655	2.147	20.517	2.209	21.114	2.226	21.276
24	2.209	21.118	2.227	21.289	2.240	21.416	2.148	20.527	2.226	21.276	2.219	21.209
25	2.227	21.290	2.218	21.203	2.230	21.320	2.150	20.546	2.219	21.209	2.341	22.375
26	2.229	21.309	2.221	21.232	2.303	22.018	2.140	20.451	2.217	21.190	2.242	21.429
27	2.216	21.185	2.210	21.127	2.212	21.148	2.148	20.527	2.242	21.429	2.335	22.318
28	2.214	21.166	2.209	21.117	2.221	21.234	2.130	20.355	2.387	22.815	2.218	21.200
29	2.219	21.214	2.227	21.289	2.227	21.292	2.148	20.527	2.218	21.200	2.228	21.295
30	2.216	21.185	2.218	21.203	2.300	21.990	2.148	20.527	2.340	22.366	2.309	22.068
31	2.222	21.242	0.000	0.000	2.483	23.739	2.148	20.527	0.000	0.000	2.226	21.276
	68.760	657.343	66.505	635.755	70.230	671.448	66.581	636.270	67.260	642.870	69.500	664.279

Anexo 10

Instrumentos de recolección de información - Control de avance diario GL 458 S – Periodo noviembre 2021 – abril 2022 – 6ft

Dia	Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril	
	Avance (mt)	Mineral producido (Tn)	Avance (mt)	Mineral producido (Tn)	Avance (mt)	Mineral producido (Tn)	Avance (mt)	Mineral producido (Tn)	Avance (mt)	Mineral producido (Tn)	Avance (mt)	Mineral producido (Tn)
1	3.470	33.173	3.258	31.145	3.732	35.681	3.652	34.900	3.244	31.006	3.478	33.243
2	3.567	34.097	3.211	30.696	3.530	33.749	3.779	36.113	3.333	31.857	3.479	33.252
3	3.678	35.162	3.302	31.566	3.580	34.227	3.699	35.349	3.288	31.427	3.588	34.294
4	3.567	34.097	3.340	31.929	3.333	31.866	3.668	35.053	3.154	30.146	3.445	32.927
5	3.675	35.133	2.854	27.283	3.658	34.973	3.771	36.037	3.243	30.997	3.449	32.965
6	3.580	34.225	3.509	33.544	3.511	33.568	3.722	35.569	3.388	32.382	3.599	34.399
7	3.512	33.575	3.112	29.749	3.502	33.482	3.762	35.951	3.234	30.911	3.532	33.759
8	3.534	33.785	3.580	34.223	3.110	29.734	3.798	36.295	3.256	31.121	3.498	33.434
9	3.530	33.747	3.370	32.216	3.503	33.491	3.773	36.056	3.356	32.077	3.499	33.443
10	3.567	34.097	3.658	34.969	3.509	33.549	3.709	35.444	3.445	32.927	3.498	33.434
11	3.750	35.850	3.278	31.336	3.567	34.100	3.786	36.180	3.477	33.233	3.491	33.367
12	3.732	35.678	3.567	34.096	3.524	33.692	3.800	36.309	3.412	32.612	3.490	33.357
13	3.530	33.747	3.297	31.518	3.502	33.482	3.776	36.085	3.212	30.700	3.498	33.434
14	3.580	34.225	2.984	28.526	3.567	34.100	3.777	36.094	3.222	30.796	3.484	33.299
15	3.870	36.997	3.511	33.563	3.507	33.529	3.630	34.689	3.208	30.662	3.583	34.246
16	3.658	34.970	3.202	30.610	3.480	33.271	3.668	35.053	3.387	32.373	3.484	33.299
17	3.511	33.565	3.488	33.344	3.508	33.539	3.521	33.648	3.394	32.440	3.474	33.203
18	3.502	33.479	3.567	34.096	3.530	33.749	3.788	36.199	3.397	32.468	3.460	33.071
19	3.507	33.527	3.278	31.336	3.502	33.482	3.704	35.397	3.392	32.421	3.466	33.128
20	3.503	33.489	3.229	30.868	3.580	34.227	3.762	35.951	3.391	32.411	3.420	32.688
21	3.509	33.546	3.375	32.263	3.512	33.577	3.707	35.423	3.387	32.373	3.498	33.434
22	3.567	34.097	3.280	31.355	3.534	33.788	3.666	35.034	3.384	32.344	3.499	33.443
23	3.524	33.689	3.512	33.573	3.530	33.749	3.599	34.393	3.382	32.325	3.491	33.367
24	3.502	33.479	3.300	31.546	3.567	34.100	3.665	35.024	3.356	32.077	3.478	33.243
25	3.567	34.097	3.530	33.745	3.489	33.357	3.610	34.498	3.112	29.744	3.490	33.357
26	3.507	33.527	3.340	31.929	3.139	30.011	3.633	34.721	3.312	31.656	3.560	34.026
27	3.600	34.416	3.250	31.068	3.502	33.482	3.632	34.709	3.102	29.649	3.487	33.329
28	3.508	33.536	3.232	30.896	3.223	30.814	3.744	35.779	3.360	32.115	3.494	33.396
29	3.530	33.747	3.230	30.877	3.503	33.491	0.000	0.000	3.131	29.928	3.500	33.453
30	3.502	33.479	3.595	34.366	3.509	33.549	0.000	0.000	3.410	32.593	3.492	33.376
31	0.000	0.000	3.397	32.474	3.492	33.585	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	107.137	1024.229	103.635	990.703	108.234	1034.793	103.801	991.953	99.369	949.769	104.904	1002.667

Anexo 11

Instrumentos de recolección de información - Costos por Avance diario GL 458 S - Periodo noviembre 2021 - abril 2022 - 4ft

Dia	Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Costo del periodo (S/)
	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	
1	2.211	3212.583	2.217	3222.543	2.300	3343.188	2.149	3123.700	2.250	3270.510	2.242	3258.882	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.217	3222.543	3258.882
2	2.209	3209.677	2.208	3209.460	2.230	3241.439	2.148	3122.247	2.218	3235.996	2.147	3122.247	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.217	3222.543	3258.882
3	2.226	3234.378	2.218	3223.996	2.226	3235.625	2.147	3120.793	2.241	3402.784	2.217	3222.543	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.217	3222.543	3258.882
4	2.219	3224.207	2.214	3218.182	2.319	3370.806	2.150	3125.154	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
5	2.217	3221.301	2.218	3223.996	2.240	3255.974	2.160	3139.690	2.217	3222.543	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
6	2.215	3218.395	2.215	3219.635	2.248	3267.603	2.140	3110.618	2.218	3223.996	2.217	3222.543	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
7	2.219	3224.207	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.148	3122.247	2.210	3212.368	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
8	2.210	3211.130	2.217	3222.543	2.218	3223.996	2.130	3096.083	2.242	3414.412	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
9	2.211	3212.583	2.218	3223.996	2.260	3285.046	2.148	3122.247	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
10	2.209	3209.677	2.210	3212.368	2.319	3370.806	2.186	3177.482	2.217	3222.543	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
11	2.226	3234.378	2.209	3210.914	2.317	3367.899	2.148	3122.247	2.215	3219.635	2.217	3222.543	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
12	2.219	3224.207	2.226	3235.625	2.318	3369.352	2.145	3117.886	2.219	3225.450	2.242	3258.882	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
13	2.217	3221.301	2.219	3225.450	2.270	3299.581	2.148	3122.247	2.354	3421.680	2.218	3223.996	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
14	2.215	3218.395	2.217	3222.543	2.209	3210.914	2.147	3120.793	2.210	3212.368	2.221	3228.357	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
15	2.220	3225.660	2.215	3219.635	2.226	3235.625	2.148	3122.247	2.209	3210.914	2.210	3212.368	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
16	2.217	3221.301	2.219	3225.450	2.270	3299.581	2.150	3125.154	2.226	3235.625	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
17	2.227	3235.831	2.217	3222.543	2.226	3235.625	2.140	3110.618	2.219	3225.450	2.217	3222.543	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
18	2.218	3222.754	2.210	3212.368	2.230	3241.439	2.148	3122.247	2.217	3222.543	2.242	3258.882	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
19	2.221	3227.113	2.209	3210.914	2.350	3415.866	2.130	3096.083	2.242	3414.412	2.218	3223.996	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
20	2.227	3235.831	2.226	3235.625	2.240	3255.974	2.148	3122.247	2.309	3356.270	2.221	3228.357	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
21	2.224	3231.472	2.219	3225.450	2.249	3269.056	2.168	3151.318	2.221	3228.357	2.210	3212.368	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
22	2.221	3227.113	2.217	3222.543	2.265	3292.313	2.148	3122.247	2.210	3212.368	2.209	3210.914	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
23	2.210	3211.130	2.218	3223.996	2.265	3292.313	2.147	3120.793	2.209	3210.914	2.226	3235.625	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
24	2.209	3209.677	2.227	3237.078	2.240	3255.974	2.148	3122.247	2.226	3235.625	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
25	2.227	3235.831	2.218	3223.996	2.230	3241.439	2.150	3125.154	2.219	3225.450	2.341	3402.784	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
26	2.229	3238.737	2.221	3228.357	2.303	3347.549	2.140	3110.618	2.217	3222.543	2.242	3258.882	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
27	2.216	3219.848	2.210	3212.368	2.212	3215.275	2.148	3122.247	2.242	3258.882	2.335	3394.063	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
28	2.214	3216.942	2.209	3210.914	2.221	3228.357	2.130	3096.083	2.387	3469.648	2.218	3223.996	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
29	2.219	3224.207	2.227	3237.078	2.227	3237.078	2.148	3122.247	2.218	3223.996	2.228	3238.532	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
30	2.216	3219.848	2.218	3223.996	2.300	3343.188	2.148	3122.247	2.340	3401.330	2.309	3356.125	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
31	2.222	3228.566	0.000	0.000	2.483	3609.189	2.148	3122.247	0.000	0.000	2.226	3235.625	2.219	3225.450	2.219	3225.450	2.219	3225.450	3258.882
	68.760	99908.280	66.505	96669.008	70.230	102083.519	66.581	96779.478	67.260	97766.446	69.500	101022.275	69.500	101022.275	69.500	101022.275	69.500	101022.275	594229.005

Anexo 12

Instrumentos de recolección de información - Costo por avance diario GL 458 S - Periodo noviembre 2021 - abril 2022 - 4ft

Dia	Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Costo del periodo (S/)
	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	
1	2.211	2402.163	2.217	2408.682	2.300	2498.858	2.149	2334.803	2.250	2444.535	2.242	2435.843							
2	2.209	2399.990	2.208	2398.904	2.230	2422.806	2.148	2333.716	2.218	2409.768	2.219	2410.855							
3	2.226	2418.460	2.218	2409.768	2.226	2418.460	2.147	2332.630	2.341	2543.403	2.217	2408.682							
4	2.219	2410.855	2.214	2405.422	2.219	2519.501	2.150	2335.889	2.219	2410.855	2.215	2406.509							
5	2.217	2408.682	2.218	2409.768	2.240	2433.670	2.160	2346.754	2.217	2408.682	2.219	2410.855							
6	2.215	2406.509	2.215	2406.509	2.248	2442.362	2.140	2325.024	2.218	2409.768	2.217	2408.682							
7	2.219	2410.855	2.219	2410.855	2.219	2410.855	2.148	2333.716	2.210	2401.077	2.389	2595.553							
8	2.210	2401.077	2.217	2408.682	2.218	2409.768	2.130	2314.160	2.242	2435.843	2.349	2552.095							
9	2.211	2402.163	2.218	2409.768	2.260	2455.400	2.148	2333.716	2.219	2410.855	2.226	2418.460							
10	2.209	2399.990	2.210	2401.077	2.319	2519.501	2.186	2375.002	2.217	2408.682	2.219	2410.855							
11	2.226	2418.460	2.209	2399.990	2.317	2517.328	2.148	2333.716	2.215	2406.509	2.217	2408.682							
12	2.219	2410.855	2.226	2418.460	2.318	2518.414	2.145	2330.457	2.219	2410.855	2.242	2435.843							
13	2.217	2408.682	2.219	2410.855	2.270	2466.264	2.148	2333.716	2.354	2557.527	2.218	2409.768							
14	2.215	2406.509	2.217	2408.682	2.209	2399.990	2.147	2332.630	2.210	2401.077	2.221	2413.028							
15	2.220	2411.941	2.215	2406.509	2.226	2418.460	2.148	2333.716	2.209	2399.990	2.210	2401.077							
16	2.217	2408.682	2.219	2410.855	2.270	2466.264	2.150	2335.889	2.226	2418.460	2.219	2410.855							
17	2.227	2419.546	2.217	2408.682	2.226	2418.460	2.140	2325.024	2.219	2410.855	2.217	2408.682							
18	2.218	2409.768	2.210	2401.077	2.230	2422.806	2.148	2333.716	2.217	2408.682	2.242	2435.843							
19	2.221	2413.028	2.209	2399.990	2.250	2553.181	2.130	2314.160	2.242	2435.843	2.218	2409.768							
20	2.227	2419.546	2.226	2418.460	2.240	2433.670	2.148	2333.716	2.309	2508.636	2.221	2413.028							
21	2.224	2416.287	2.219	2410.855	2.249	2443.449	2.168	2355.445	2.221	2413.028	2.210	2401.077							
22	2.221	2413.028	2.217	2408.682	2.265	2460.832	2.148	2333.716	2.210	2401.077	2.209	2399.990							
23	2.210	2401.077	2.218	2409.768	2.265	2460.832	2.147	2332.630	2.209	2399.990	2.226	2418.460							
24	2.209	2399.990	2.227	2419.546	2.240	2433.670	2.148	2333.716	2.226	2418.460	2.219	2410.855							
25	2.227	2419.546	2.218	2409.768	2.230	2422.806	2.150	2335.889	2.219	2410.855	2.341	2543.403							
26	2.229	2421.719	2.221	2413.028	2.303	2502.117	2.140	2325.024	2.217	2408.682	2.242	2435.843							
27	2.216	2407.595	2.210	2403.250	2.212	2403.250	2.148	2333.716	2.242	2435.843	2.335	2536.884							
28	2.214	2405.422	2.209	2399.990	2.221	2413.028	2.130	2314.160	2.387	2593.380	2.218	2409.768							
29	2.219	2410.855	2.227	2419.546	2.227	2419.546	2.148	2333.716	2.218	2409.768	2.228	2420.633							
30	2.216	2407.595	2.218	2409.768	2.300	2498.858	2.148	2333.716	2.340	2542.316	2.309	2508.527							
31	2.222	2414.114	0.000	0.000	2.483	2697.680	2.148	2333.716	0.000	0.000	2.226	2418.460							
	68.760	74704.990	66.505	72255.022	70.230	76302.086	66.581	72337.593	67.260	73075.300	69.500	75508.861	444183.852						

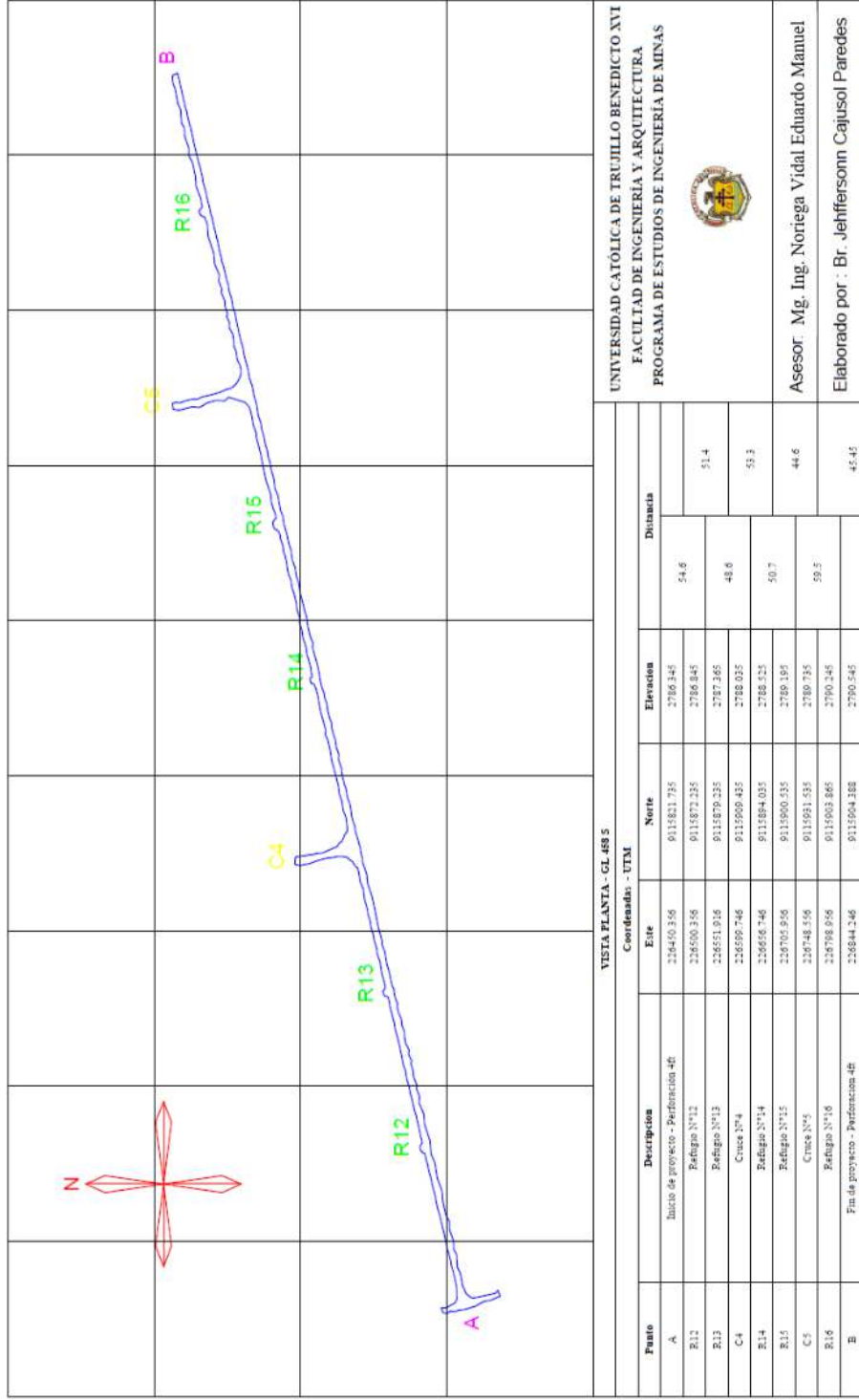
Anexo 13

Instrumentos de recolección de información - Costo por avance diario GL 458 S – Periodo noviembre 2021 – abril 2022 – 6ft

Dia	Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Costo del periodo (S)
	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	Avance (ml)	Costo por día (S/)	
1	3.470	3770.016	3.258	3539.687	3.732	4054.669	3.652	3967.752	3.244	3524.476	3.478	3778.708	
2	3.567	3875.041	3.211	3488.623	3.530	3835.204	3.779	4105.732	3.333	3621.171	3.479	3779.794	
3	3.678	3996.000	3.302	3587.491	3.580	3889.527	3.699	4018.816	3.288	3572.280	3.588	3898.218	
4	3.567	3875.041	3.340	3628.776	3.333	3621.171	3.668	3985.135	3.154	3426.695	3.445	3742.855	
5	3.675	3992.741	2.854	3100.757	3.658	3974.271	3.771	4097.041	3.243	3523.390	3.449	3747.201	
6	3.580	3889.527	3.509	3812.388	3.511	3814.561	3.722	4043.804	3.388	3680.926	3.599	3910.170	
7	3.512	3815.648	3.112	3381.064	3.502	3804.783	3.762	4087.263	3.234	3513.612	3.532	3837.377	
8	3.534	3839.550	3.580	3889.527	3.110	3378.891	3.798	4126.375	3.256	3537.514	3.498	3800.437	
9	3.530	3835.204	3.370	3661.370	3.503	3805.869	3.773	4099.214	3.356	3646.160	3.499	3801.524	
10	3.567	3875.041	3.658	3974.271	3.509	3812.388	3.709	4029.680	3.445	3742.855	3.498	3800.437	
11	3.750	4074.225	3.278	3561.416	3.567	3875.041	3.786	4113.338	3.477	3777.621	3.491	3792.832	
12	3.732	4054.669	3.567	3875.041	3.524	3828.685	3.800	4128.005	3.412	3707.002	3.490	3791.745	
13	3.530	3835.204	3.297	3582.059	3.502	3804.783	3.776	4102.473	3.212	3489.710	3.498	3800.437	
14	3.580	3889.527	2.984	3241.997	3.567	3875.041	3.777	4103.559	3.222	3500.574	3.484	3785.085	
15	3.870	4204.600	3.511	3814.561	3.507	3810.215	3.630	3943.850	3.208	3485.364	3.583	3892.786	
16	3.658	3974.271	3.202	3478.845	3.480	3780.881	3.668	3985.135	3.387	3679.840	3.484	3785.085	
17	3.511	3814.561	3.488	3789.572	3.508	3811.302	3.521	3825.426	3.394	3687.445	3.474	3774.221	
18	3.502	3804.783	3.567	3875.041	3.530	3835.204	3.788	4115.510	3.397	3690.705	3.460	3759.152	
19	3.507	3810.215	3.278	3561.416	3.502	3804.783	3.704	4024.248	3.392	3685.272	3.466	3765.670	
20	3.503	3805.869	3.229	3508.179	3.580	3889.527	3.762	4087.263	3.391	3684.186	3.420	3715.693	
21	3.509	3812.388	3.375	3666.803	3.512	3815.648	3.707	4027.274	3.387	3679.840	3.498	3800.437	
22	3.567	3875.041	3.280	3563.589	3.534	3839.550	3.666	3982.962	3.384	3676.581	3.499	3801.524	
23	3.524	3828.685	3.512	3815.648	3.530	3835.204	3.599	3910.170	3.382	3674.408	3.491	3792.832	
24	3.502	3804.783	3.300	3585.318	3.567	3875.041	3.665	3981.876	3.356	3646.160	3.478	3778.708	
25	3.567	3875.041	3.530	3835.204	3.489	3790.659	3.610	3922.121	3.112	3381.064	3.490	3791.745	
26	3.507	3810.215	3.340	3628.776	3.139	3410.398	3.633	3947.435	3.312	3598.356	3.560	3867.798	
27	3.600	3911.256	3.250	3530.995	3.502	3804.783	3.632	3946.023	3.102	3370.199	3.487	3788.486	
28	3.508	3811.302	3.232	3511.439	3.223	3501.661	3.744	4067.706	3.360	3650.506	3.494	3796.091	
29	3.530	3835.204	3.230	3509.266	3.503	3805.869	0.000	0.000	3.131	3401.924	3.500	3802.610	
30	3.502	3804.783	3.595	3905.824	3.509	3812.388	0.000	0.000	3.410	3704.829	3.492	3793.918	
31	0.000	0.000	3.397	3690.705	3.492	3793.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	107.137	116400.427	103.635	112595.644	108.234	117591.836	103.801	112775.184	99.369	107960.661	104.904	113973.576	681297.32

Anexo 14

Instrumento de recolección de información - Vista planta GL 458 S - Periodo Mayo 2021 - Octubre 2021 - 4ft

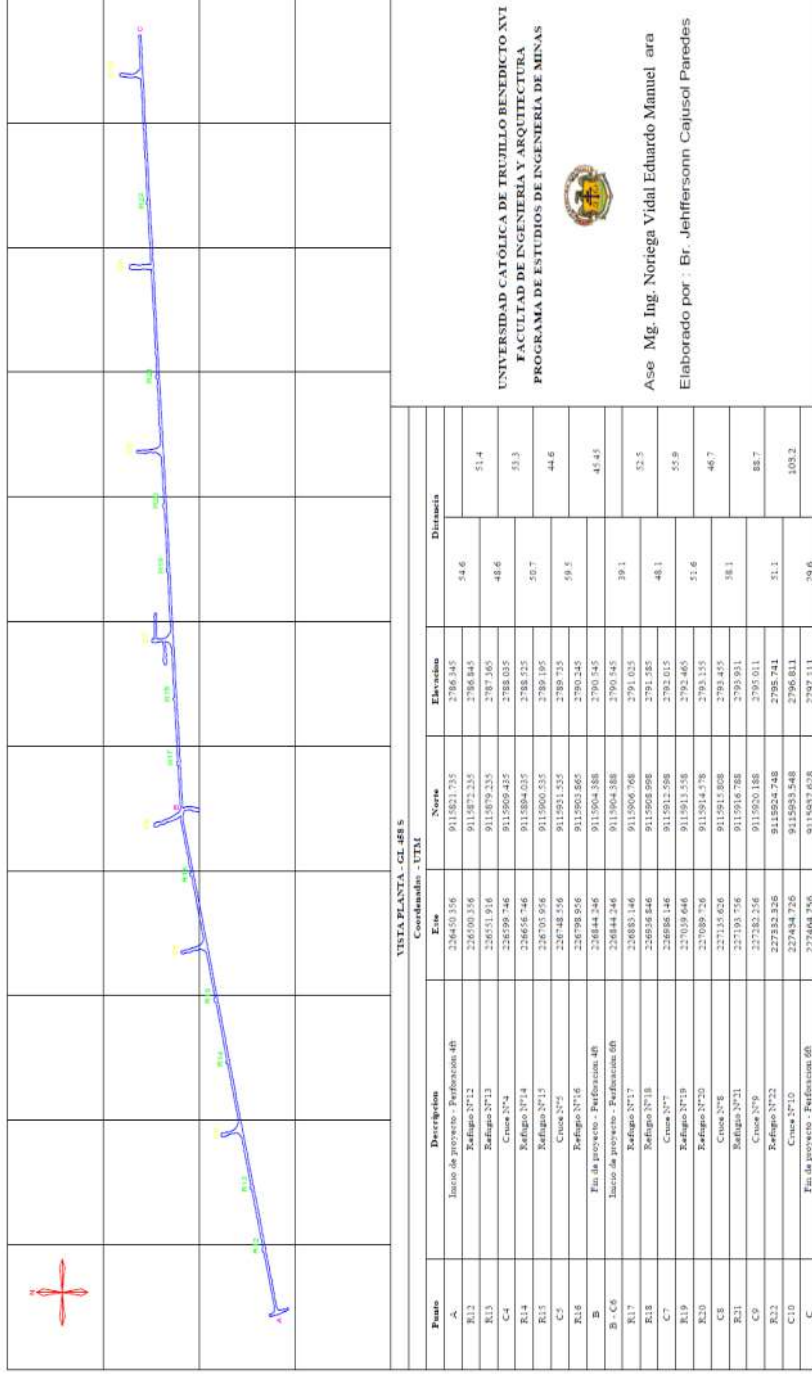


UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE MINAS

Asesor: Mg. Ing. Noriega Vidal Eduardo Manuel
 Elaborado por: Br. Jehfferson Cajusol Paredes

Anexo 15

Instrumento de recolección de información - Vista planta GL 458 S - Periodo noviembre 2021 - abril 2022 - 6ft



UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE MINAS



Ase Mg. Ing. Noriega Vidal Eduardo Manuel ara
Elaborado por : Br. Jehffersonn Calusol Paredes

Anexo 16

Perforación con maquina neumática Nrp



Anexo 17

Desquinche para colocación de Cimbra.



Anexo 18

Perforación a la caja techo.



Anexo 19

Perforación con malla de perforación nueva 6 pies.



Anexo 20

Foto con el personal a cargo y equipo de limpieza Scoop.



Anexo 21

Levantamiento topográfico.



Anexo 22

Levantamiento topográfico.



INFORME DE TESIS - CAJUSOL PAREDES

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	1%

10	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
13	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
14	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	fundacionsol.cl Fuente de Internet	<1 %
21	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %

22	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
24	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
25	Zongjie Mu, Zhongwei Huang, Zhaowei Sun, Xiaoguang Wu, Gensheng Li, Xianzhi Song. "Experimental study on dynamic characteristics of axial-torsional coupled percussive drilling", Journal of Petroleum Science and Engineering, 2022 Publicación	<1 %
26	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Tecsup Trabajo del estudiante	<1 %
29	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
30	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Infile Trabajo del estudiante	<1 %

<1 %

32

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

ojs.uac.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Fundación Universitaria del Area Andina

Trabajo del estudiante

<1 %

35

Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

<1 %

36

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

37

ondaslibres.org

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

39

www.cipma.cl

Fuente de Internet

<1 %

40

Raphaela Vilela Eiras e Paiva. "#DE_MORAR, interface lúdica de arquitetura para educação do campo: uma experiência na Zona da Mata de Minas Gerais.", Universidade de São Paulo.

<1 %

Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais, 2023

Publicación

41	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
42	pim.galco.com Fuente de Internet	<1 %
43	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
44	www.aldeadavila.org Fuente de Internet	<1 %
45	www.dallasnews.com Fuente de Internet	<1 %
46	www.ilo.ch Fuente de Internet	<1 %
47	www.webcalidad.org Fuente de Internet	<1 %
48	www.wto.org Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo