

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Diseño de mallas de perforación mecanizada para mejorar indicadores  
y avances en labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Jeferson Israel TORRES MENDOZA**

**Asesor:**

**Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ**

**Cerro de Pasco - Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Diseño de mallas de perforación mecanizada para mejorar indicadores  
y avances en labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Silvestre BENAVIDES CHAGUA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios. Por guiarme y permitirme llegar hasta donde hoy me encuentro.

A mis padres: Lucio; por inculcar en mí el espíritu minero desde muy pequeño. Rosa, sin ella no lo hubiese logrado ya que su bendición día a día me protege y me lleva por el buen camino.

Y en son de eso les ofrezco mi trabajo, mientras Dios me permite disfrutarlos.

## **AGRADECIMIENTO**

Una vez más al todopoderoso por ser mi sostén en momentos difíciles, cuando todo se me venía abajo.

A mis padres; Lucio y Rosa, por formar una persona de bien inculcando los mejores valores y apoyarme en todo momento durante mi etapa universitaria.

A mi hermano; Juan, por llenar aquel vacío de padres, al encontrarnos lejos de ellos.

Y finalmente a cada uno de los ingenieros: que me formaron durante la etapa universitaria como también a aquellos ingenieros que dejaron enseñanzas en mí, durante mi etapa profesional.

## RESUMEN

En la investigación el problema es ¿De qué manera el diseño de las mallas de perforación influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.? Para la respuesta adecuada se establecido como objetivo el 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.

Con la finalidad de realizar una investigación profunda se ha elegido como método a la investigación científica, de modo que el tipo de investigación fue la aplicada y el nivel el descriptivo- explicativo para profundizar los conocimientos de tema de investigación. El diseño de investigación elegido fue el cuasi - experimental porque las muestras son no aleatorias. La población fueron las labores de desarrollo de la Zona Valeria IV y como muestra se eligió Galería 10163-S por ser necesario su construcción inmediata para el acceso a la veta Daniela. Como resultados se tuvieron que la galería 10163 S es de calidad RMR de 32 de GSI MF/M e IF/M, que para su ejecución se realizó el diseño de malla para dicho tipo de terreno. Los indicadores y avances se han mejorado 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.

El factor de carga promedio fue 2,40 kg/m<sup>3</sup>, que representa una disminución del 17% que el factor de carga promedio anterior a la investigación, 2,92 kg/m<sup>3</sup>.

**Palabras clave:** Perforación, voladura, indicadores, avances.

## ABSTRACT

In the research the problem is how does the design of the drilling meshes influence the improvement of the indicators and advances in underground work in Minera Aurífera Retamas S.A.? For the appropriate response, the objective is to determine how the design of the drilling meshes influences the improvement of the indicators and progress in underground work in said mining unit. In order to carry out an in-depth research, scientific research has been chosen as a method, so that the type of research was applied and the descriptive-explanatory level to deepen the knowledge of the research topic. The research design chosen was quasi-experimental because the samples are non-random.

The population was the development work of the Valeria IV Zone and as shown by the Gallery 10163-S because its immediate construction was necessary for access to the Daniela vein. As a result, gallery 10163 S is of RMR quality of 32 GSI MF / M and IF / M, which for its execution was made the mesh design for this type of land. The indicators and progress have been improved forward length per shot of 1.90 m was increased to 2.09 m; the advance factor was improved by 10% and will allow to comply with the schedules of the development work.

The average load factor was 2.40 kg/m<sup>3</sup>, representing a decrease of 17% than the pre- investigation average load factor of 2.92 kg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Drilling, blasting, indicators, progress.

## INTRODUCCIÓN

La industria minera sea nacional o internacional ha demostrado que es el pilar de los recursos económicos de las naciones por lo que es importante realizar las mejoras correspondientes en cada una de las operaciones unitarias.

La tendencia también es la mecanización que no necesariamente es el uso de equipo de gran envergadura, sino que con los equipos convencionales se puede construir labores mayores a 7' x 7'. Tal es el caso de la Mina San Andrés en el que para acceder a rampas de 3,0m x 3,0m se aproxima a ellas con labores de 8' x 9', a tales labores se considera también como mecanizada por tal envergadura. En la investigación se realizó los trabajos de las pruebas piloto en labores de secciones 8' x 9' con barrenos de 8 pies.

En tal razón en la presente investigación se ha considerado el estudio de las operaciones de perforación y voladura para poder ser mejorados los indicadores de perforación y voladura, tales como la longitud de perforación, la longitud de avance, el factor de avance y el factor de carga.

Para mejorar las deficiencias en los avances y otros factores con el diseño anterior de la malla de perforación se implementó una nueva malla a partir del estudio geomecánico del Nivel 2320, en particular de la galería 10163 S, cuyo resultado fue de un RMR igual a 32. Con ellos se rediseñó la malla y que sabiendo que es un terreno de mala calidad se hizo de la voladura controlada con cargas desacopladas.

Los resultados fueron muy buenos porque se incrementó el avance por disparo, así como se redujo el factor de carga y la sobrerotura también fue disminuida. Y servirán de base para las demás labores de desarrollo de las mismas dimensiones inicialmente.

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial .....	2
1.2.2 Delimitación temporal .....	2
1.2.3 Delimitación conceptual .....	2
1.3 Formulación del problema .....	3
1.3.1 Problema principal.....	3
1.3.2 Problemas específicos. ....	3
1.4 Formulación de Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General. ....	4
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	4
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.6 Limitaciones de la investigación.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	6
2.2 Bases teóricas – científicas .....	8
2.2.1. Diseño de mallas de perforación .....	8
2.2.2. Perforación mecanizada.....	10
2.2.3. Indicadores y avances.....	13
2.2.4. Mina San Andrés .....	15
2.3. Definición de términos básicos.....	22
2.4. Formulación de hipótesis .....	25



2.4.1 Hipótesis General .....	25
2.4.2 Hipótesis específicas .....	25
2.5. Identificación de Variables. ....	25
2.5.1 Variables para la hipótesis general .....	25
2.5.2 Variables para las hipótesis específicas.....	25
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores .....	26

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación.....	27
3.2 Nivel de investigación .....	27
3.3. Método de investigación .....	28
3.4. Diseño de investigación .....	28
3.5. Población y muestra.....	29
3.5.1 Población .....	29
3.5.2 Muestra .....	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.6.1.Técnicas.....	29
3.6.2.Instrumentos .....	29
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación ....	29
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	30
3.9. Tratamiento Estadístico .....	30
3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica .....	31

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	32
4.1.1.Generalidades .....	32
4.1.2.Diseño de la malla .....	35
4.1.3.Perforación y voladura en la galería 10163 S .....	36
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	39
4.2.1.Presentación de los resultados.....	39
4.2.2.Análisis e interpretación de los resultados .....	40
4.3. Prueba de Hipótesis .....	44
4.3.1.Hipótesis general.....	44
4.3.2.Hipótesis específicas .....	47
4.4. Discusión de resultados .....	48

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

Anexo N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo N° 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Anexo N°3: ASPECTOS OPERACIONALES EN LOS FRENTE

Anexo N°4: PROCEDIMIENTO DE VALIDACION Y CONFIABILIDAD

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Distribución de la carga explosiva.....	35
Tabla N° 2: Resultados de la voladura. ....	40
Tabla N° 3: Distribución de la carga explosiva antes de la investigación. ....	45
Tabla N° 4: Resultados de la voladura antes de la investigación. ....	46
Tabla N° 5: Comparación de resultados.....	46

## INDICE DE FIGURA

Figura N° 1: Enfoque general para el diseño de voladuras.....	9
Figura N° 2: Perforadora Jumbo.....	12
Figura N° 3: Ubicación geográfica de mina San Andrés.....	16
Figura N° 4: Estudio de muestras geológicas. ....	17
Figura N° 5: Diseño de Rampa – Vista en Sección .....	19
Figura N° 6: Refugios.....	20
Figura N° 7: Cámara de volteo. ....	20
Figura N° 8: Explotación con corte y relleno ascendente semi mecanizado. ....	21
Figura N° 9: Plano geomecánico Nivel 2320. ....	33
Figura N° 10: Estudio geomecánico de la Galería 10163 S. ....	34
Figura N° 11: Sección 8' x 9', 8' de perforación, Roca mala RMR 34-10. ....	35
Figura N° 12: Dimensionamiento de la labor y pintado de la malla.....	36
Figura N° 13: Seguimiento de la profundidad y paralelismo de los taladros. ....	37
Figura N° 14: Encebado del explosivo. ....	37
Figura N° 15: Preparación de los tubos para el desacoplado del explosivo .....	37
Figura N° 16: Carguío de los taladros y control de sobrerotura. ....	38
Figura N° 17: Sección después del disparo. ....	39
Figura N° 18: Resultados en la corona de la labor. ....	39
Figura N° 19: Longitud de perforación y longitud de avance. ....	41
Figura N° 20: Factor de avance. ....	41
Figura N° 21: Factor de carga de las pruebas. ....	42
Figura N° 22: Resultados de sobrerotura.....	44

Figura N° 23: Corte en el frente anterior. ....	44
Figura N° 24: Malla de perforación antes de la investigación.....	45

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La perforación de las rocas es una de las primeras actividades en la minería subterránea y superficial, así como se realiza la perforación de producción, también se realiza para el movimiento de material no económico.

Esta actividad de la perforación ha pasado por diversas etapas en la industria minera, más notablemente cuando se habla de la minería convencional, en la que se realizaban labores de dimensiones de 7' x 7", 7' x 8', etc. con las perforadoras jackleg o stoper.

Una forma de mecanizar de manera paulatina es incrementar las dimensiones de las labores por lo que se han implementado labores de 8' x 9', estas labores de tales dimensiones son requeridas para la explotación del yacimiento mediante el método de corte y rellenos semi mecanizado en las que

se usan como labores de accesos a rampas de 3 m x 3 m, por lo que las labores de 8'x 9' en este caso se consideran como labores mecanizadas y son importantes para tal finalidad.

Del seguimiento realizado a tales labores de 8'x 9' se ha determinado que los avances con disparos de taladros perforados con 8 pies solamente alcanzan una longitud final de 1,90 m lo cual no es significativo y es causa principal para no alcanzar las metas programadas de desarrollo.

Por lo tanto, el investigador realizó un trabajo para determinar la influencia de las mallas de perforación en los indicadores y avances.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

El trabajo de investigación fue realizado en la compañía minera MARSA.

La mina San Andrés de dicha compañía minera se encuentra localizada en el anexo de Llacuabamba, del distrito de Parcoy de la provincia de Pataz en la región La Libertad.

### **1.2.2 Delimitación temporal**

La investigación se realizó por un periodo de 6 meses, desde diciembre del 2021 hasta mayo del 2022.

### **1.2.3 Delimitación conceptual**

El trabajo ejecutado tiene como fundamento teórico el diseño de las mallas de perforación y voladura para labores mecanizadas, es decir, labores de grandes dimensiones. Existen diversos criterios para realizar el diseño de tales plantillas,

como por ejemplo el modelo de Roger Holmberg, o los criterios del índice de volabilidad tal como la de Lilly, entre otros.

También involucra es estudio de los equipos de perforación mecanizadas, porque ellos requieren mantenimientos adecuados, en el tiempo, así como los conocimientos para una perforación correcta sin desviaciones y paralelismos entre los taladros para alcanzar los avances máximos.

También. Es necesario el conocimiento de la determinación de los indicadores conocidos como KPIs para tener elementos o valores que permitan el control para comparar los resultados con lo planificado y si es posible la corrección del caso.

De igual manera se requiere saberes respecto a la influencia del cumplimiento de los avances en la programación realizada y los costos.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema principal**

¿De qué manera el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.?

#### **1.3.2 Problemas específicos.**

- ¿En cuánto el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.?

- ¿Cómo el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.?

## **1.4 Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Determinar de qué manera el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar en cuánto el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.
- Establecer cómo el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.

## **1.5. Justificación de la investigación**

La realización de la investigación fue necesaria porque que se pretendió realizar el diseño de mallas de perforación mecanizada de acuerdo a la realidad de la unidad minera, tomando en cuenta los requerimientos de los cumplimientos de los avances programados, los equipos de perforación y la calidad de la roca en la que se desarrollan las labores subterráneas. De igual manera se ejecutó para que los resultados obtenidos sean implementados en los diferentes frentes de perforación porque se determinarán indicadores para tal fin.



También la investigación es importante para llevar al campo práctico todos los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad, así como en las bibliografías que sobre la materia son de carácter internacional principalmente. Los resultados tienen un alcance local en los diferentes centros mineros circundantes a la mina San Andrés dedicados a la explotación minera subterránea con las mismas características de dicha unidad minera.

## **1.6 Limitaciones de la investigación**

Siendo una necesidad el diseño de las mallas para perforación mecanizada y con la anuencia de los encargados de tales operaciones se puede señalar que no hubo ningún tipo de limitación para el desarrollo programado de la investigación propuesta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Correa, P. y Martínez, A. (2017) en la Tesis “*Diseño del sistema de perforación y voladura en los bancos D, E Y F en la Mina de Caliza El Tesoro, Contrato De Concesión ILI-16111 ubicada en la Vereda Las Caleras del Municipio de Nobsa-Boyacá*” concluyen que: “El costo actual es alto por la voladura secundaria que es 74% del costo total por m<sup>3</sup>; con el nuevo diseño se redujo hasta el 102 50,99%. La realización evaluaciones constantes permite seguir reducción los costos de perforación y voladura” (p. 101-102).

##### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Chinchay, J. (2018), en la Tesis para título profesional “*Diseño de malla de perforación basado en los modelos geomecánicos para optimizar la voladura*”

*en minería subterránea – 2018*” concluye que: “Se logra optimizar los resultados de la voladura, en buena fragmentación, buena estabilidad de las labores, buen avance lineal y una buena proyección del material fragmentado en las operaciones mineras subterráneas, el promedio de fragmentación es menor a 15 cm”. (p. 214).

Belizario, Y. (2019), en la Tesis para Título Profesional “*optimización de malla de perforación para la reducción de costos de voladura en la mina Maribel de Oro “A”- Phoquera*”, tiene como conclusiones: “Con la nueva malla se redujo el costo de disparo de 475.86 US\$/disparo a 17.36. US\$/tm, ya con la malla optima se obtuvo 444.48 US\$/disparo equivalente a 14.26 US\$/tm.; el número de taladros se redujo de 45 taladros a 43” (p. 84).

Aguilar, E. y Vera F. (2016), en la Tesis para Título Profesional “*mejoramiento de los indicadores de avance por incremento de la longitud de perforación de 6 a 8 pies, aplicando voladura controlada con accesorios no eléctricos de retardo en la mina de la Compañía Minera Poderosa S.A.*”, llegan a las conclusiones siguientes: “La perforación paso de 6’ a 8’. La voladura controlada disminuyó los daños en la corona, obteniéndose superficies de rocas lisas y estables. Se redujo la sobrerotura. Se mejoró la secuencia de salida de voladura controlada en el techo” (p. 60).

Diaz, G. y Sotelo, C. (2019), en la tesis “*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*”, concluyen que: “Se disminuyó de 45 a 39 los taladros con carga y de 5 taladros de alivio de 38 mm a 2 taladros de 64 mm y 3 taladros de alivio de 38 mm. El avance aumentó a 2.10 m/disparo” (p. 103).

## **2.2 Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Diseño de mallas de perforación**

#### **2.2.1.1. Consideraciones para el diseño**

Para diseñar mallas de perforación para labores subterráneas es necesario comprender y describir las condiciones geológicas y técnicas predominantes; y el daño de los nuevos diseños en la roca circundante.

Una serie de procesos de diseño publicados no siempre consideran estos aspectos importantes. Las prácticas actuales generalmente se basan en "reglas generales" o pautas basadas en la experiencia, que solo pueden proporcionar aproximaciones de como un primer paso en el mejor de los casos. A lo largo de los años, se han desarrollado varias herramientas de modelado y simulación para complementar el uso de tales reglas y directrices. Más recientemente, se han desarrollado enfoques numéricos que vinculan los códigos de detonación de explosivos no ideales con los modelos geomecánicos de la rotura de las rocas, con el objetivo de modelar el proceso completo de voladura a partir de los primeros principios. Tales enfoques, una vez validados, ofrecen una nueva oportunidad para poder mejorar y no depender de reglas generales.

El proceso de diseño obliga al ingeniero de diseño a seguir un enfoque sistemático para el diseño de voladuras teniendo en cuenta los factores y parámetros considerados clave para el diseño, la implementación y la optimización exitosa de la voladura en diferentes condiciones mineras.

La metodología adecuada para el diseño de las mallas de perforación se basa en la aplicación de las reglas generales aceptadas y se debe complementar con un análisis de distribución de la energía explosiva, modelos de daño y fragmentación y herramientas de simulación de las voladuras.

El diseño también requiere la identificación de riesgos y factores de mitigación antes de la implementación. El proceso también debe considerar la necesidad de revisar continuamente los diseños implementados a medida que cambian las condiciones mineras. Al igual que con la mayoría de los enfoques de diseño, la aplicación exitosa de esta metodología depende del tipo, la calidad y la cantidad de datos utilizados como insumos.

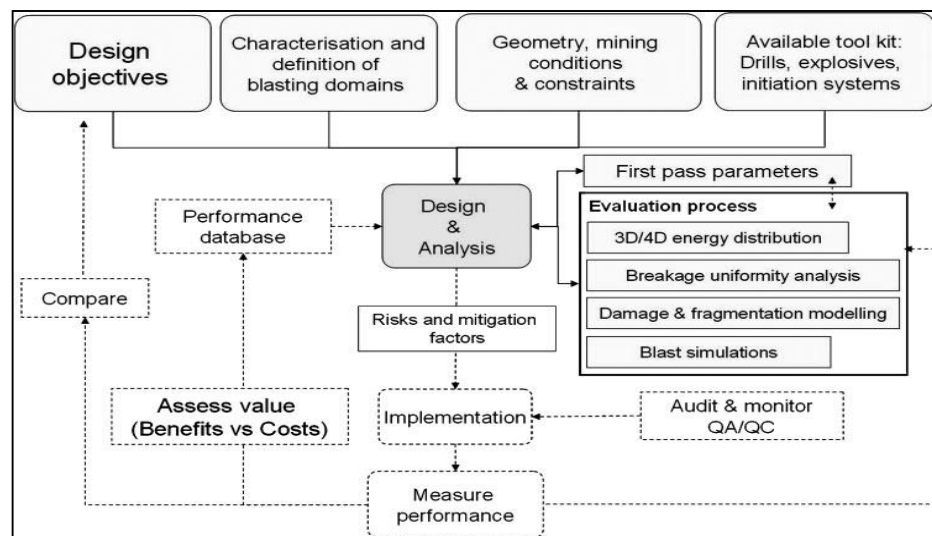


Figura N° 1: Enfoque general para el diseño de voladuras.

### 2.2.1.2. Objetivos del diseño

Al diseñar una voladura, el punto de partida debe ser definir los objetivos o requisitos claros de esa voladura y que deben ser medibles o

cuantificables. Estos pueden incluir lograr una cierta distribución de fragmentación de tamaño; minimizar los daños o no superar determinados umbrales de vibración; minimizando el backbreak, el overbreak o la dilución; logrando los objetivos de productividad.

Los objetivos bien definidos están destinados a proporcionar un camino claro hacia adelante para la definición de parámetros de diseño preliminar y apoyar la selección de las herramientas de modelado más apropiadas para evaluar estos parámetros.

### **2.2.1.3. Caracterización y definición de dominios de voladura**

Los dominios de voladura son zonas dentro de un área minera que tienen una respuesta similar a la voladura. Estos pueden ser delineados por litología, estructura, alteración o cualquier otra propiedad que controle significativamente el rendimiento de la voladura. Los dominios pueden o no coincidir con dominios delineados con fines geotécnicos y, por lo tanto, deben ser delineados conjuntamente por los departamentos de geología, geotecnia y voladura.

### **2.2.2. Perforación mecanizada**

La perforación implica un conjunto de procesos para romper y eliminar rocas para producir túneles y excavaciones. En general, el objeto de la perforación es alcanzar un objetivo en el subsuelo. El objetivo puede ser una labor a una profundidad considerable. Los objetivos primordiales de la perforación son alcanzar el objetivo de forma segura en el menor tiempo posible y al menor costo posible.

El escenario actual de la minería subterránea se inclina hacia la perforación mecanizada y la voladura, ya que resulta ventajoso de muchas maneras, como el perfil de excavación controlado, las vibraciones limitadas del suelo y un mejor control del suelo, mayores tasas de avance, mejores tasas de desarrollo de la mina, además de mantener un equilibrio en la economía general del proyecto. Teniendo en cuenta los desafíos planteados por las diversas condiciones geológicas que se encuentran en las excavaciones mineras y de ingeniería civil, la aplicación de la técnica de perforación y voladura mecanizada sigue dominando. Para satisfacer las demandas minerales existentes, es necesario maximizar las tasas de desarrollo. Para lograr tales tasas de desarrollo, hay un mayor requisito de perforación que requiere un sistema de perforación ininterrumpido, consistente y confiable. La perforación se ve afectada además por parámetros incontrolables como las propiedades geológicas, la estructura de la roca y las tensiones in situ, y los parámetros controlables como el empuje, las rpm, la alimentación, el lavado, la habilidad del operador, las condiciones de trabajo, etc.

En la industria minera, la perforación es una tarea muy importante. Alrededor del 75% de los materiales minerales se excavan bajo tierra utilizando el método de perforación y voladura. Por lo tanto, la importancia económica de los jumbos de perforación eficientes utilizados para la tarea de perforación se hace evidente. Se han desarrollado diferentes tipos de jumbos de perforación para cumplir con las demandas de mayores tasas de producción y mejores eficiencias en actividades como la minería de roca dura y la construcción de túneles. La mayoría de los jumbos de perforación en funcionamiento hoy en día se operan manualmente. La operación manual de los jumbos de perforación tiene algunas

desventajas. Por ejemplo, la eficiencia de operación es baja, porque los operadores necesitan mover manualmente el taladro a las ubicaciones deseadas de los orificios en la cara de la mina utilizando varios joysticks. Este es en realidad un proceso de "pruebas y errores" debido a la disponibilidad de varias articulaciones que se pueden accionar. Además, mover la alimentación del taladro a un ángulo específico es propenso a errores, ya que lo hace el operador a través de la inspección visual. Un ángulo incorrecto del orificio de perforación puede conducir a un subcorte o sobrecorte de la masa rocosa, lo que lleva a un aumento significativo en los costos generales.

El sistema de perforación consta de dos partes principales: primero, los componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos, y segundo, las interacciones entre estos componentes y la roca. Es probable que los avances tecnológicos significativos en la tecnología de perforación se obtengan solo a través de mejoras en ambos aspectos del sistema.

Los jumbos de perforación se utilizan generalmente en la minería subterránea, si la minería se realiza mediante perforación y voladura. También se utilizan en túneles, si la dureza de la roca impide el uso de tuneladoras.



Figura N° 2: Perforadora Jumbo.



Un jumbo de perforación consiste en uno, dos o tres carros de perforación de roca, a veces una plataforma, en la que el minero se para para cargar los agujeros con explosivos, despejar la cara del túnel o de lo contrario. Los carros están atornillados al chasis, que soporta también la cabina de los mineros y, por supuesto, el motor. Los jumbos de perforación modernos son relativamente grandes, sin embargo, hay otros más pequeños para su uso en condiciones de hacinación. Mientras que los jumbos modernos generalmente equipados con neumáticos de goma y diésel, también existen variantes con ruedas de acero, para montar sobre rieles e incluso en trineos de un solo vagón. La energía eléctrica también es común, los jumbos históricos fueron alimentados por aire comprimido. La electricidad y el aire comprimido no producen gases de escape, lo cual es preferible si el trabajo se realiza en túneles más pequeños donde la buena ventilación es difícil.

### **2.2.3. Indicadores y avances**

#### **2.2.3.1 Indicadores**

Los indicadores claves de los rendimientos son valores que pueden ser medidos y que permiten demostrar la eficacia de una empresa o institución en alcanzar las metas u objetivos planteados por la organización. Los indicadores utilizados por las empresas son utilizados en diferentes aspectos para poder contrastar con los objetivos planificados.

Las operaciones de perforación y posteriormente la voladura representan las principales actividades en la industria minera sean en las explotaciones superficiales como las explotaciones subterráneas.

La mecanización de las operaciones mineras son las predominantes en respecto a la perforación y voladura. Por lo que uno de los indicadores es la producción. La producción tiene que estar acompañada con los indicadores de fragmentación adecuada y la cantidad de taladros necesarios con indicadores de factor de carga, etc.

Se requiere tener información de las características geomecánicas del macizo rocoso que permitan tener indicadores para realizar la selección de máquinas perforadores adecuadas y necesarias, así como contar con la tasa de penetración como un indicador base. La tasa de penetración, la fragmentación, la cantidad de roca volada, la vibración del suelo, la sobrepresión del aire (AOp) y la sobre rotura son indicadores para perforación y voladura.

Otros indicadores se pueden considerar a las propiedades de los explosivos y la selección del sistema de iniciación tiene un impacto en el rendimiento de las operaciones de voladura.

Actualmente ya se tienen técnicas computacionales, como la red neuronal artificial (ANN), donde se pueden predecir con precisión varios indicadores de las perforaciones y voladuras en frentes y las actividades de explotación inclusive.

#### **2.2.3.2. Avances**

Los avances por disparo en la minería subterránea realizada en labores de una sola cara libre como galerías, túneles, niveles, subniveles, rampas, cruceros. La elaboración de dichas excavaciones es importante

para poder alcanzar a los yacimientos minerales, sean vetas, cuerpos, etc., y generalmente se realizan en zonas no mineralizadas.

Los avances dependen principalmente de la longitud del taladro por lo que se debe maximizar la longitud de perforación de los taladros para obtener mayores avances. Autores como Roger Holmberg señalan que se debe tener un avance mínimo de 95% de la longitud perforada para no tener mayores costos de perforación y voladura en labores de grandes dimensiones que requieren de perforación mecanizada.

#### **2.2.4. Mina San Andrés**

##### **2.2.4.1. Ubicación**

La mina San Andrés está localizada en el anexo de Llacuabamba, del distrito de Parcoy, provincia de Pataz y la región La Libertad en el Norte del Perú.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur : 08° 02' 45''

Longitud Oeste : 77° 20' 56''

Las coordenadas UTM ( Datum PSAD 56 - Zona 18 Sur) los vértices que limitan el rectángulo ABCD de la concesión minera de MARSA son:

A : ( 172000 E – 9168000 N )

B : ( 276000 E – 9168000 N )

C : ( 276000 E – 9060000 N )

D : ( 172000 E – 9060000 N )



Figura N° 3: Ubicación geográfica de mina San Andrés.

El acceso por vía aérea es el siguiente:

Origen	Destino	Distancia (Km)	Tiempo(HH:M M)	Medio
Lima	Pías	910	01:10:00	Vuelo comercial
Trujillo	Pías	350	00:30:00	Vuelo comercial
Trujillo	Chagual	300	00:25:00	Vuelo comercial

Y por vía terrestre tenemos la ruta siguiente:

Origen	Destino	Distancia (Km)	Tiempo(HH:M M)	Medio
Lima	Trujillo	562	08:00:00	Asfaltado
Trujillo	Huamachuco	179	04:30:00	Asfaltado
Huamachuco	Chagual	168	06:30:00	Trocha carrozable
Chagual	Retamas	70	02:00:00	Trocha carrozable
<b>TOTAL</b>		979	21:00:00	

#### 2.2.4.2. Geología

El yacimiento mineral denominado como “El Gigante” es el lugar en donde minera aurífera Retamas ejecuta sus operaciones mineras. El yacimiento está localizado en rocas intrusivas granitoides de la edad

Paleozoica. Constituida por filones de cuarzo con concentraciones de sulfuros, la concentración de mineral se presenta en forma de un cuerpo mineralizado (ore shot) controlado por estructuras del tipo lazo cimoide.

En las exploraciones y desarrollo, la política de MARSA es mantener el nivel de reservas , para lograr este objetivo se desarrolla un agresivo programa mensual de avances lineales de alrededor de 2 mil metros. Las exploraciones son vitales para encontrar y renovar nuevas reservas.

Con la profundización realizada en los últimos años se han interceptado las vetas Cabana 2, Cabana 3 y Daniela con valores de oro superiores al promedio de ley de las reservas actuales y que pertenecen a este sistema de estructuras paralelas. Adicionalmente también se ha interceptado la veta Valeria que es una estructura tensional con valores de oro superiores.



Figura N° 4: Estudio de muestras geológicas.

#### **2.2.4.3. Operaciones mina**

La mina produce mineral proveniente de las actividades de la explotación, preparación y desarrollo.

Los principales métodos de explotación son:

- Cámaras y Pilares Mecanizados con rendimiento de 8 tm/h-g,
- Corte y Relleno Ascendente y,
- Long Wall (convencional).

Para la perforación convencional se usa perforadoras tipo jackleg y para limpieza winches eléctricos de arrastre en las labores convencionales y scoop en los tajos mecanizados , y para restablecer el macizo rocoso se usa relleno hidráulico de alta densidad.

Para desarrollar las labores de exploración, preparación se utilizan jumbos electrohidráulicos de un brazo, scoops desde 1.5 yd<sup>3</sup> hasta 4.5 yd<sup>3</sup> de capacidad y palas neumáticas de 10 pies<sup>3</sup>.

En todas las labores se emplean ventiladores auxiliares desde 5,000 cfm hasta 18,000 cfm para expulsar el aire viciado hasta los tres circuitos principales de ventilación que está conformado por cruceros y chimeneas raise boring de 6' y 8' de diámetro, en los extremos de los circuitos se tienen instalados extractores que suman 420,000 cfm.

En la Mina San Andrés se tiene una casa fuerza de energía neumática de 16,000 cfm, y la red troncal de 22,000 m. Para minimizar las caídas de presión el aire es conducido por tuberías metálicas de 16'',12'',10'',8'' de diámetro. La mina trabaja en dos turnos de 9 horas aproximadamente.

#### 2.2.4.4. Corte y relleno ascendente semi mecanizado

La explotación del mineral se realiza con el método corte y relleno ascendente con rampa rebatibles, minimizando los riesgos de seguridad y salud ocupacional, para lo cual es necesario cumplir de manera obligatoria el diseño y parámetros establecidos de las cámaras, rampas, estocadas y secuencia de minado.

En primer lugar se construye un cruceo de acceso en el nivel base para la extracción e inicio de la rampa ya sea (+) o (-) con una sección mínima de 2.40 m x 2.40 m. Seguidamente se ejecuta la construcción del echadero de mineral en roca estéril de acuerdo a diseño y alejado del filo de la rampa al menos 8 m. El By Pass de extracción debe estar alejado de la galería de desarrollo a una distancia de acuerdo a la recomendación geomecánica. La rampa de ingreso debe estar al piso de la veta y tendrá una pendiente mínima de -15%.

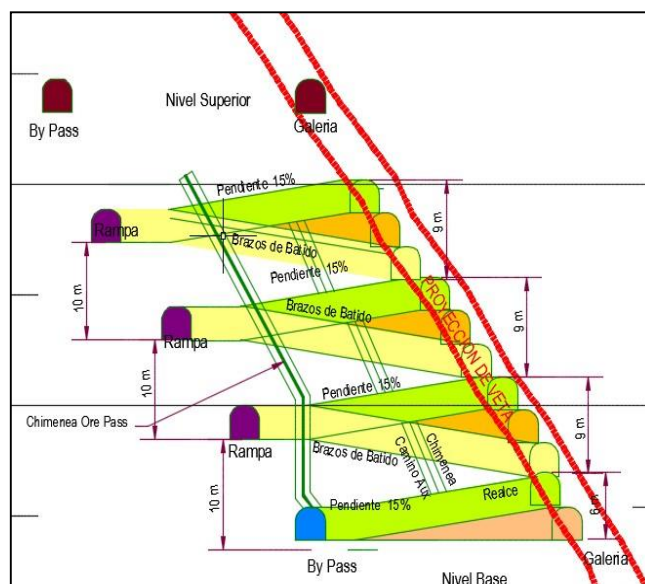


Figura N° 5: Diseño de Rampa – Vista en Sección

Construir refugios cada 30 m en curva y cada 50 m en recta. Además se debe construir la cámara de volteo para Scoop perpendicular a la rampa y al lado opuesto de la veta a una distancia mayor a 2 m de la longitud del equipo de máxima capacidad con un nicho en el hastial tope de la estocada.

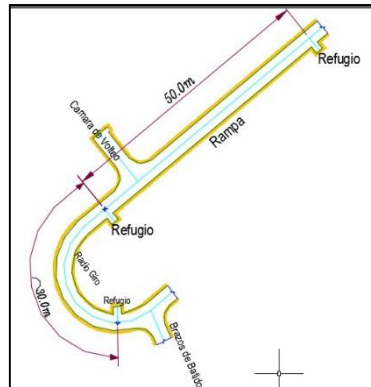


Figura N° 6: Refugios.

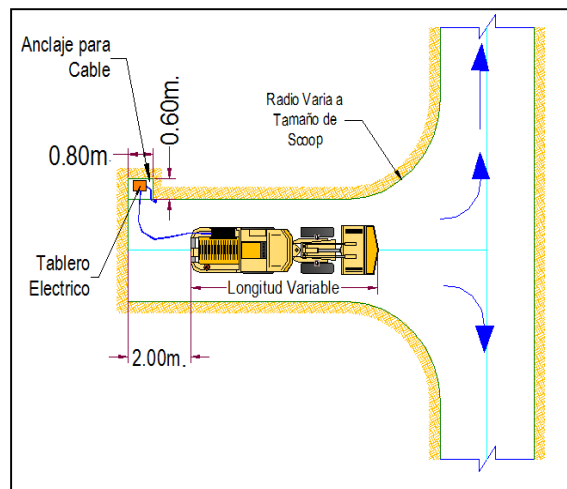


Figura N° 7: Cámara de volteo.

Los Tajos deben contar con al menos una chimenea de ventilación la cual estará ubicada dentro del tajeo o a un extremo de la rampa la cual se comunicará con estocadas desde la rampa. Cuando se deje una ventana inferior para iniciar una superior, esta (inferior) se colocará tabiques reforzados de acuerdo a evaluación. Las ventanas de acceso a los tajos tendrán inicialmente la misma sección de la Rampa y deben ser



proyectadas como máximo con una pendiente de 15 % negativas. Y una vez estas suban con la explotación se realizarán “batido” hasta una pendiente máxima de 15 % positivo. La distancia de estos brazos será variable a la inclinación de la veta, pero mínimo debe de servir para 3 cortes. Se realizará solo 1 ventana por vuelta en caso la longitud a minar sea menor a 50 m en rumbo, si es mayor se harán dos ventanas a más. Si hay factibilidad de desmote en el nivel superior se construirá una chimenea Echadero de Desmote (Fill Pass) el cual servirá para rellenar los cortes del tajo. Esta se ubicará a una distancia mínima de 10 m alejado del filo de la Rampa y a un costado del tope.

Finalmente, de acuerdo a evaluación económica y geomecánica se construirá una loza antes de empezar con la explotación del primer corte.

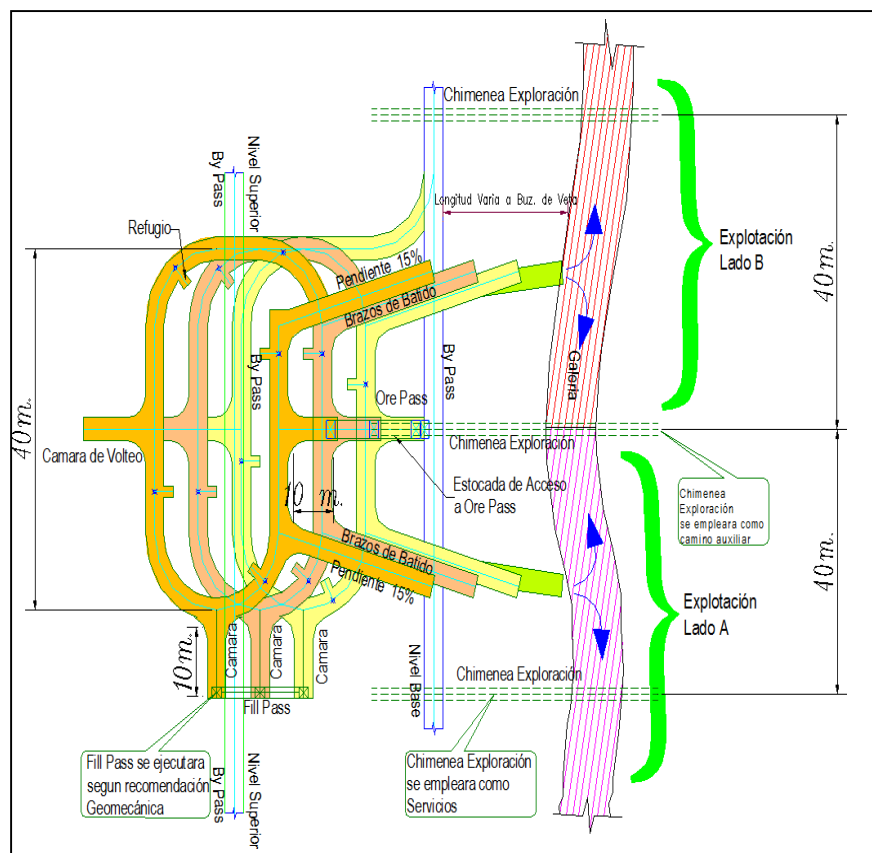


Figura N° 8: Explotación con corte y relleno ascendente semi mecanizado.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Avances en labores subterráneas**

Se dice del metraje avanzado por cada disparo en labores lineales tales como galerías, cruceros, subniveles, rampas, etc.

- **Cara libre**

“La cara libre en un frente es una sola por ello la función del corte o arranque es abrir otra cara libre, o sea el hueco que forma el corte luego del disparo es otra cara libre” ([https://es.slideshare.net/anderssonlujanojeda/diseo-de-malla-de-perforación](https://es.slideshare.net/anderssonlujanojeda/diseo-de-malla-de-perforacion)).

- **Diseño**

Se considera al diseño como el proceso previo a la etapa de la configuración mental para buscar una solución en cualquier campo de la actividad humana. El diseño es un proceso común que se usa de manera habitual en las actividades de la industria, la ingeniería, la arquitectura, la comunicación y otras disciplinas que requieren de creatividad y análisis mental que pueden realizar los seres humanos de algo que muchas veces aún no existen.

- **Explosivos**

“Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas y presión ocasionando efectos destructivos”

([http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO\\_2017.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO_2017.pdf)).

- **Factor de carga**

El factor de carga es la relación entre una masa de roca y el explosivo utilizado para fragmentarla; el término "factor de carga" se puede utilizar para describir el peso del explosivo por unidad de volumen (lb/yd<sup>3</sup>) o el peso del material volado por peso de explosivo (toneladas/lb).

- **Galería**

“Es una excavación horizontal, o poco inclinada, en que una de las dimensiones es mucho mayor que las otras dos. Es similar a un túnel de carretera o ferrocarril. Las galerías reciben distintos nombres según su función o su posición respecto a la roca a explotar. La parte superior de una galería se denomina corona, y las paredes hastiales” Anónimo. s.f. Indicadores. (<https://blog.lemontech.com/que-son-indicadores-y-cuantos-tipos-existen-ejemplos/>).

- **Indicadores**

Se dice indicadores a aquellas unidades que permiten realizar la medición de procesos internos de una empresa u organización y sirve como elementos de comparación en función a los objetivos planteados antes del inicio de una actividad empresarial principalmente.

- **Labor minera**

Se dice labor minera al conjunto de excavaciones principalmente subterráneas que permiten el acceso a los yacimientos minerales para su posterior explotación.

- **Mallas**

Las mallas o plantillas son configuraciones regulares de taladros dispuestos en planta y en sección.

- **Perforación**

Es la acción y efecto de agujerear a la roca o masa rocosa. Para tal finalidad se utiliza las máquinas perforadoras.

- **Proceso de Voladura**

“Tareas que comprenden el traslado del explosivo y accesorios del polvorín al lugar del disparo, el carguío de los explosivos, la conexión de los taladros cargados, la verificación de las medidas de seguridad, la autorización y el encendido del disparo”

([http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO\\_2017.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO_2017.pdf)).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye significativamente en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- a) El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye positivamente en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.

- b) El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye positivamente en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.

## **2.5. Identificación de Variables.**

### **2.5.1 Variables para la hipótesis general**

- **Variable Independiente:**

Diseño de mallas de perforación y voladura.

- **Variable Dependiente:**

Indicadores y avances.

### **2.5.2 Variables para las hipótesis específicas**

• **Para la hipótesis a)**

**Variable independiente**

Diseño de mallas de perforación y voladura.

Variable dependiente

Factor de avance en las labores subterráneas.

• **Para la hipótesis b)**

**Variable independiente**

Diseño de mallas de perforación y voladura.

**Variable dependiente**

Factores de carga en las labores subterráneas.

## 2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Tipo de variable	Nombre de la variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	
Independiente	Diseño de malla de perforación y voladura.	Es el diseño del esquema de la distribución de los taladros en frentes que serán perforados para colocar accesorios y explosivos.	Perforación Voladura	- Distribución de taladros  - Cantidad de explosivo.	- Número de taladros. - Kg de explosivo.
	Indicadores y avances	Los valores que permiten realizar la medición y comparación posterior con los resultados.	Indicadores	- Factor de carga. - Factor de avance.	- Kg/m <sup>3</sup> - %.
Dependientes		Los avances son el metraje avanzado por cada disparo.	Avance	- Longitud de disparo.	-m/disparo

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación será realizada con el tipo aplicado. “La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto” (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>).

#### **3.2. Nivel de investigación**

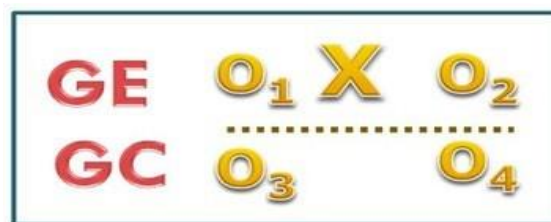
El nivel de investigación será el explicativo. “La investigación explicativa se llevaba a cabo para investigar de forma puntual un fenómeno que no se había estudiado antes, o que no se había explicado bien con anterioridad. Su intención es proporcionar detalles donde existe una pequeña cantidad de información” (<https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-explicativa/>).

### 3.3. Método de investigación

La investigación será realizada mediante el método científico. “El método científico es un conjunto de pasos ordenados que se emplean para adquirir nuevos conocimientos. Para poder ser calificado como científico debe basarse en el empirismo, en la medición y, además, debe estar sujeto a la razón” ([https://www.abc.es/ciencia/abci-metodo-cientifico-estos-cinco-pasos-201902170129\\_noticia.html](https://www.abc.es/ciencia/abci-metodo-cientifico-estos-cinco-pasos-201902170129_noticia.html)).

### 3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en la investigación fue el diseño cuasi experimental



Donde:

GE: Grupo experimental.

GC: Grupo control:

X: Tratamiento

O1, O3: Observaciones pre tratamiento.

O2, O4: Observaciones post tratamiento.



### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

Se tendrá en cuenta como población a las labores Crucero 10133-NE, Galería 10163-N, y subnivel 2324-N, ubicados en el Nivel 2320 de la Zona Valeria IV de la Mina San Andrés.

#### **3.5.2 Muestra**

Como muestra se eligió a Galería 10163-S por ser necesario su construcción inmediata para el acceso a la veta Daniela.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

Para la investigación se usará las técnicas del análisis documental histórico, la observación directa programada y la observación indirecta en los frentes de perforación principalmente.

#### **3.6.2. Instrumentos**

De acuerdo a las técnicas de recolección se utilizará como instrumentos a la guía de análisis documental y la guía de observación y formatos para perforación y voladura, ver anexo 3.

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Se seleccionó instrumentos de investigación tales como una guía de análisis documental para resumir datos previos a la investigación y además se contó con una guía de observación planificada.

La validación se realizó con ingenieros de la mina especializados en la perforación y voladura.

Los instrumentos son confiables porque están basados en experiencias anterior de estudios de la misma naturaleza por ser la perforación y voladura operaciones mineras unitarias recurrentes y existe la suficiente información del caso.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el tratamiento de los datos se realizarán la tabulación manual de los datos anotados y posteriormente se hará un tratamiento estadístico con el uso de hojas electrónicas.

Para el análisis de los datos se definirán las Técnicas Lógicas o Estadísticas, que se emplearán para descifrar lo que revelan los datos recolectados. Como dice Encinas (1993), los datos en sí mismos tienen limitada importancia, es necesario «hacerlos hablar», en ello consiste, en esencia, el análisis e interpretación de los datos.

### **3.9. Tratamiento Estadístico**

Los datos se debieron tratarse en primer lugar con el uso de la estadística descriptiva. Posteriormente los mismos convertidos ya en información permitieron realizar algunos análisis basados en frecuencias absolutas. De igual manera permitió el cálculo de las medidas de tendencia central. Para finalmente inferir los resultados a las operaciones de perforación y voladura en frentes lineales.

### **3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica**

Considerando a la ética como parte integrante de la investigación porque es importante la veracidad de los datos, se ha tomado con mucho esmero y cuidado los indicadores y avances de cada disparo para poder tener un trabajo real y con resultados verdaderos para poder extender en las labores de las mismas características que las muestras.

Es decir se ha tenido presente que la ética debe ser un elemento de consideración en una investigación de esta índole para poder plantear los problemas y resolverlos dentro de las reglas de conducta positivas asumidas por la sociedad.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

El trabajo de investigación tiene en cuenta como muestra a la galería 10163S del Nivel 2320 por lo que se realiza la descripción del trabajo realizado en dicha labor.

##### **4.1.1. Generalidades**

La Gal 10163 S se encuentra ubicada en la Zona de Valeria IV, su tope se halla aproximadamente en las coordenadas geográficas 9110350 N -230450 E. Su vía de acceso principal a través de la rampa Patrick es por la CC37 en el Nv. 2320.

La galería se halla localizada en roca pórfido tonalítica, presenta un sistema de fallas muy complejo que se encuentra asociado a la falla principal chilcas. Su geodinámica interna ha generado la formación de estructuras filonianas vetas destacando entre ellas por su importancia Veta Daniela.

Desde el punto de vista geomecánico, la labor está emplazada en roca pórfido tonalita, existe la presencia de cuñas en techos y hastiales (bloques tetrahedrales). Hay una moderada argilización, con presencia de fallas sub verticales a la labor.

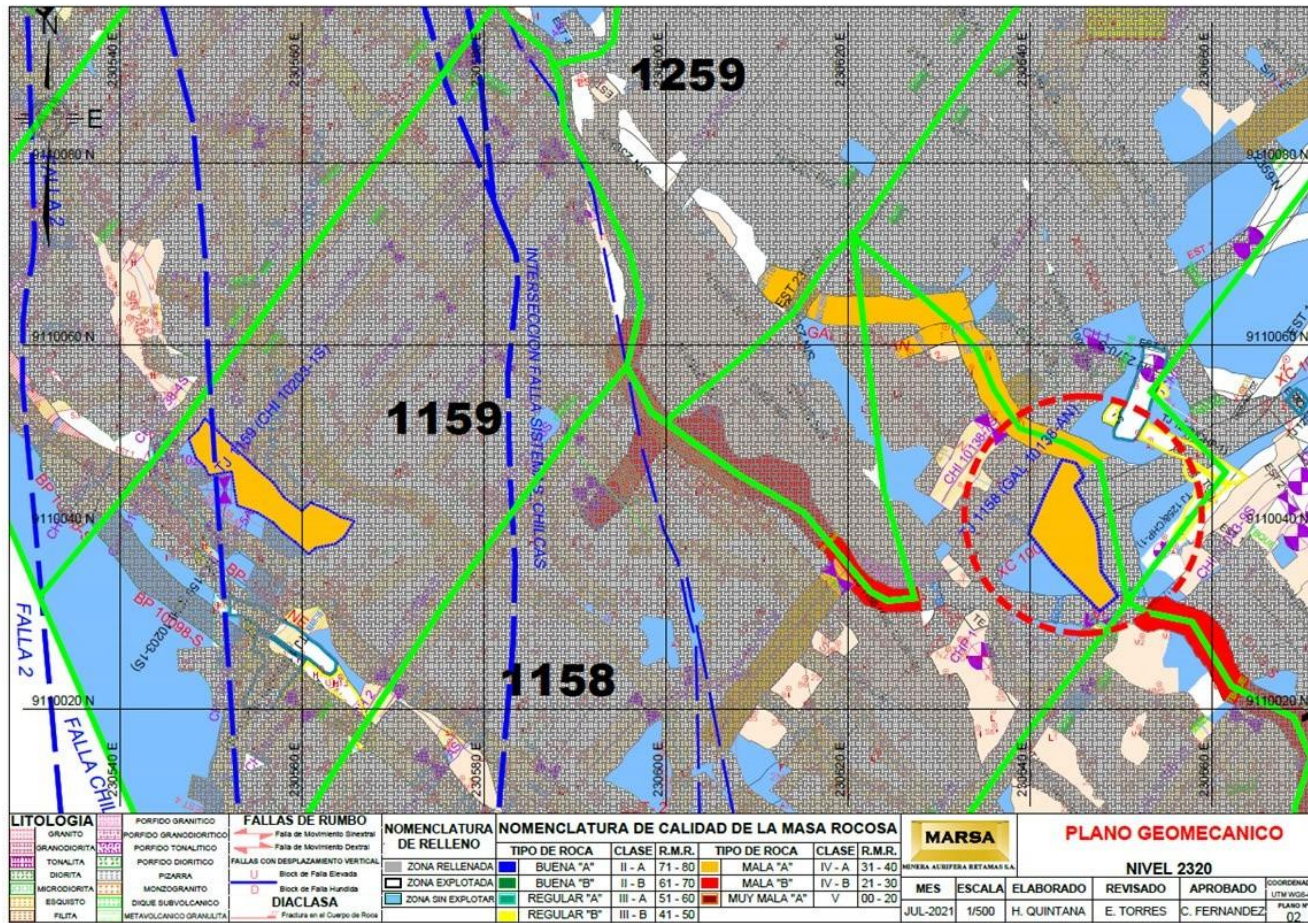


Figura N° 9: Plano geomecánico Nivel 2320.



Existe escasa en presencia de agua, se evidencia presión en hastiales y techo, debido al encampanado que se tiene (1230 m aproximadamente). Según el mapeo de la labor se obtuvo un RMR de 32 catalogado de acuerdo al GSI como un macizo rocoso muy fracturado malo (MF/M) e intensamente fracturado malo (IF/M), ver Figura 10.

**DATOS GENERALES:**

<b>CODIGO:</b>	026640	<b>LABOR</b>	GAL 10163-S (XC 10133-NE(RPPA)	<b>NIVEL</b>	2320	<b>ZONA:</b>	VALERIA IV
<b>ECM:</b>	TAURO	<b>RESIDENTE ECM:</b>	CHAVEZ MOLINA, PERCY	<b>JEFE DIV. MARSA:</b>	ARANA CASTRO, ANTONY POOL		

**DATOS ESPECIFICOS:**

<b>Tipo de Labor</b>	E	<b>MANTO</b>		<b>PROGRAMA:</b>		<b>SECCION:</b>	4x1	<b>VETA:</b>	DANIELA T-1
----------------------	---	--------------	--	------------------	--	-----------------	-----	--------------	-------------

**DATOS TECNICOS GEOMECANICOS:**

R.C.U	R.Q.D	Espaciamiento	Persistencia	Apertura	Rugosidad	Relleno	Alteración	Agua Subt.	Ajuste x Orient.	R.M.R.	Fam.	Fam.2	Fam.3	Falla	
											R.	X	X	X	
											B.	X	X	X	
4	8	8	4	4	3	1	3	7	-10	32	Rumbo Excav.		SUR		

PROGRESIVA		GSI	RMR	CLASE	OBSERVACIONES
DE	A				
R15	25m	IF/R - MF/MP	32	MALA	INFLUENCIADO POR LA FALLA LUCHITO
<b>OBJETIVO</b>	LABOR DE REHABILITACION PARA RECUPERAR PILARES DE MINERAL				

**DOCUMENTOS ADJUNTOS:**

1.- Plano Geomecánico
-----------------------

**ANALISIS GEOLÓGICO - GEOMÉCANICO:**

Se encuentra en roca granito siguiendo rumbo de estructura mineralizada, con factor influyente la FALLA LUCHITO Y FALLA LOROS y fallamientos menores paralelos al avance que generan deformación de los cuadros de madera, según el mapeo geomecánico de labor se obtuvo un RMR 32, catalogado como un GSI, Intensamente Fracturado / Pobre (IF/P).

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

Realizar el desate de rocas sueltas en forma minuciosa antes, durante y después de cada trabajo.  
 Sostenimiento: Shotcrete 2" C/F sección completa + Malla electrosoldada 4x4 reforzado con Split set de 5 pies sistemáticos en cocada + shotcrete de 2" S/F sobre la malla.  
 Controles:  
 - Taladros de alivio en forma escalona según estándar.  
 - Realizar voladura controlada para evitar daño excesivo al macizo rocoso.  
 - De cambiar las condiciones geomecanicas se reevaluará el tipo de sostenimiento.

Figura N° 10: Estudio geomecánico de la Galería 10163 S.

#### 4.1.2. Diseño de la malla

Para la ejecución de la Gal 10163 S, se realizó el diseño de malla para un terreno RMR 32, tal como se muestra a continuación.

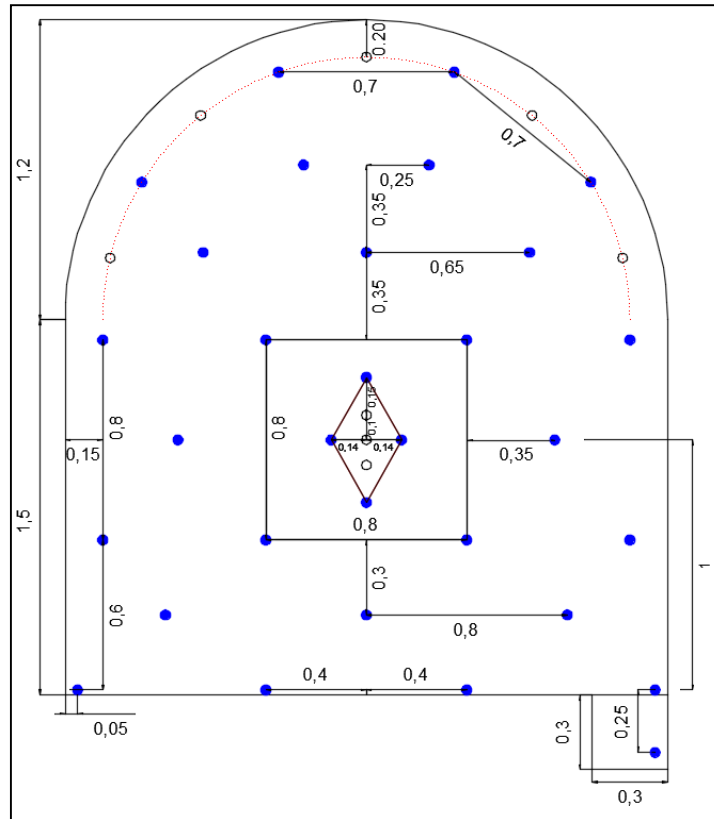


Figura N° 11: Sección 8' x 9', 8' de perforación, Roca mala RMR 34-10.

Tabla N° 1: Distribución de la carga explosiva.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA	No. TAL.	CEBO		COLUMNA	
		Cant.	Tipo	Cant.	Tipo
ARRANQUE	4	1	S	10	S
AYUD.ARRANQUE	4	1	S	8	S
PRODUCCIÓN	3	1	S	7	Ex
CUADRADORES	4	1	S	7	Eb
AYUD.ARRASTRE	3	1	S	7	EX
ARRASTRE	4	1	S	9	Ex
AYUD.CORONA	4	1	S	7	Ex
CORONA	4	1	S	5	Eb
CUNETA	1	1	S	6	S

#### 4.1.3. Perforación y voladura en la galería 10163 S

En la ejecución de la perforación y voladura de acuerdo a la malla diseñada se realizó el seguimiento de las mismas. Para alcanzar los avances adecuados y para evitar las sobre excavaciones, se tomó todas las medidas de control para la voladura controladas, se hizo el seguimiento del pintado de malla de perforación en los frentes de avance, perforación, carguío de explosivos y voladura en las labores de avance tal como se muestra seguidamente de manera gráfica. También es importante señalar que los disparos realizados para la voladura controlada se hicieron mediante el desacoplamiento de explosivos.



Figura N° 12: Dimensionamiento de la labor y pintado de la malla.





Figura N° 13: Seguimiento de la profundidad y paralelismo de los taladros.

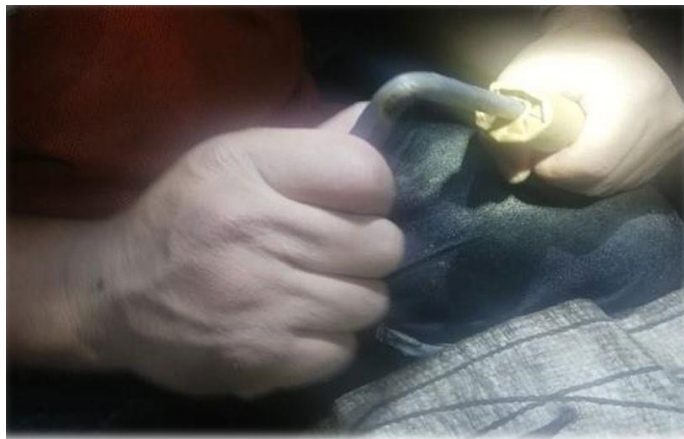


Figura N° 14: Encebado del explosivo.



Figura N° 15: Preparación de los tubos para el desacoplado del explosivo



Figura N° 16: Carguío de los taladros y control de sobrerotura.

Como un resumen de lo realizado en cada disparo se tiene que en primer lugar hacer sostenimiento preventivo con shotcrete, pernos y malla electrosoldada y shotcrete sobre malla. Seguidamente se realiza los taladros de pre acondicionamiento en las labores por seguridad de nuestro personal. Se aprovecha cinco minutos en la concientización sobre el desatado de rocas haciendo uso de barretillas de 6', 8', 10', 12' y 14'.

Se realiza el control de la sobre rotura de acuerdo a la sección estándar de cada labor. En labores muy fracturadas, el taladro de la corona se reduce de acuerdo a la sección para evitar la sobrerotura en las coronas y hastiales.

Se realiza el seguimiento a la perforación de los taladros de recorte en la corona en labores lineales. Se utiliza los guidores en la perforación para mantener el paralelismo de los taladros y evitar las desviaciones, también se utiliza atacadores en buen estado para el mal carguío de los explosivos. Verificar que se realicen los taladros de recorte en la corona y realizar el desacoplamiento de los taladros con cañas.

Para la voladura controlada se utiliza el explosivo de baja potencia y el desacoplamiento de los explosivos en el diseño de las cañas. Se concientiza a los trabajadores en el uso de los tacos de arcilla para mejorar el confinamiento de los explosivos y evitar la salida muy prematura de los gases por la boca del taladro.

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Presentación de los resultados**

Realizada la voladura del frente se obtuvo los siguientes resultados en la galería.



Figura N° 17: Sección después del disparo.



Figura N° 18: Resultados en la corona de la labor.

Una vez realizada la voladura se realizó cuatro (04) disparos más, uno cada día, de ellos se tiene los datos de los indicadores y avances en la Tabla siguiente.

Tabla N° 2: Resultados de la voladura.

ITEM	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio
Sección	8'x 9'	8'x 9'	8'x 9'	8'x 9'	8'x 9'	8'x 9'
Longitud de perforación(m)	2.15	2.14	2.16	2.12	2.17	2.15
Longitud de avance (m)	2.1	2.09	2.08	2.07	2.1	2.09
Factor de avance (%)	98%	98%	96%	98%	97%	97%
Número de taladros	39	39	39	39	39	39
Taladros con carga	31	31	31	31	31	31
Volumen roto (m3)	13.44	13.38	13.31	13.25	13.44	13.36
Consumo de explosivo (kg)	32.12	32.12	32.12	32.12	32.12	32.12
Factor de carga (kg/m <sup>3</sup> )	2.39	2.40	2.41	2.42	2.39	2.40
Sobrerotura(%)	2	4	2	1	1	2

#### 4.2.2. Análisis e interpretación de los resultados

De los resultados en las vistas gráficas, en la Figura 13, se tiene se observa que se tiene un disparo en la que no ha dañado a la corona y a los hastiales a la labor, de igual manera se observa que la carga de material fragmentada se encuentra muy bien apilonada para tener un carguío rápido de la roca para su transporte y también la granulometría es menor de 10 centímetros de diámetro aproximadamente.

Respecto a la Figura 14, se observa que la voladura secundaria con cargas desacopladas ha dado buenos resultados por lo que se tiene una baja sobrerotura y una corona más sólida, lo cual asegura una reducción en el sostenimiento de la labor.

## Factor de Avance

Para el análisis del factor de avance se tiene en consideración a la longitud de perforación y el avance por cada disparo por lo que se tiene en cuenta la Tabla 2, la Figura 15 y Figura 16.

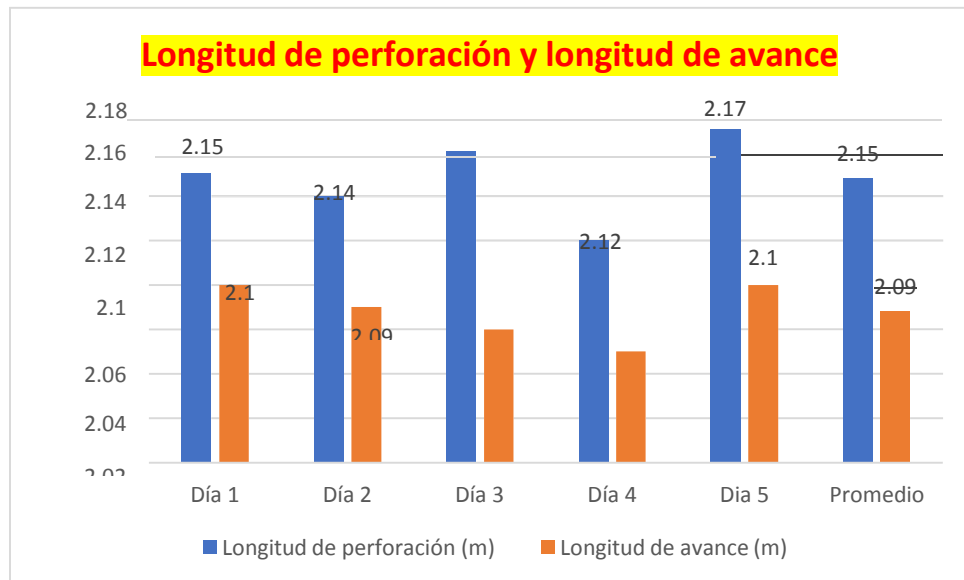


Figura N° 19: Longitud de perforación y longitud de avance.

Como resultado de la figura anterior y de los cálculos realizados se obtiene a la Figura 16 que es la representación del factor de avance, o sea:

$$\text{Factor de avance} = (\text{Longitud de avance} / \text{longitud de perforación}) * 100$$

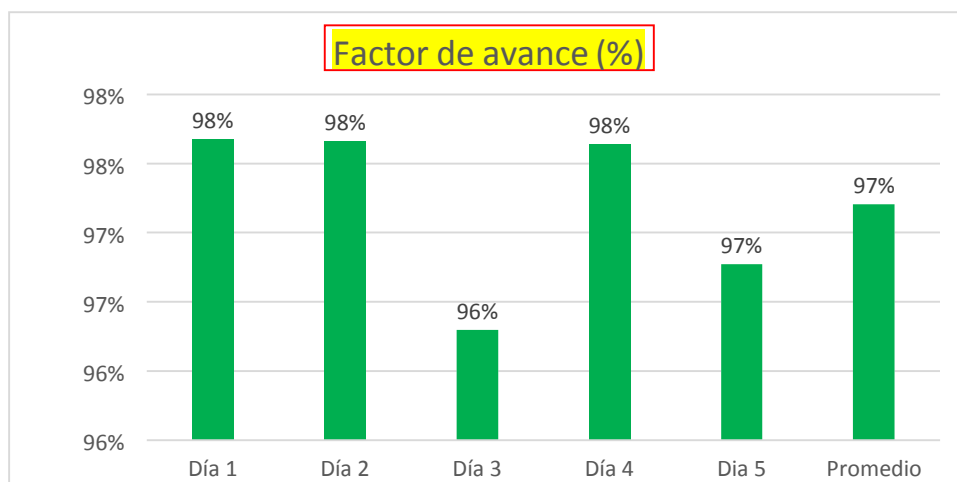


Figura N° 20: Factor de avance.

De tales tablas y figuras se puede observar que el factor de avance o eficiencia por disparo en cada uno de los disparos de prueba es mayor o igual al 96%.

De este resultado el promedio de los cinco disparos es del 97%, la cual es un valor alto y positivo para cada disparo cuando se trata de labores de avances lineales en lo que es más importante la eficiencia del disparo para alcanzar los programas de avances que son innegablemente importantes para la aproximación más rápida a los yacimientos minerales para su explotación.

### **Factor de carga**

Otro parámetro importante que es parte del trabajo de investigación es el factor de carga. En este caso el factor de carga que también se denomina factor de potencia porque en parte evalúa la energía del explosivo pues es la energía la que rompe la roca y no el peso o masa de del explosivo es un indicador muy importante porque muestra el consumo de explosivo en cada disparo, que en este caso se resume a  $\text{kg/m}^3$ , por tratarse que las labores lineales se corrieron sobre desmonte. Para observar el comportamiento de dicho indicador se tiene a la Figura siguiente:

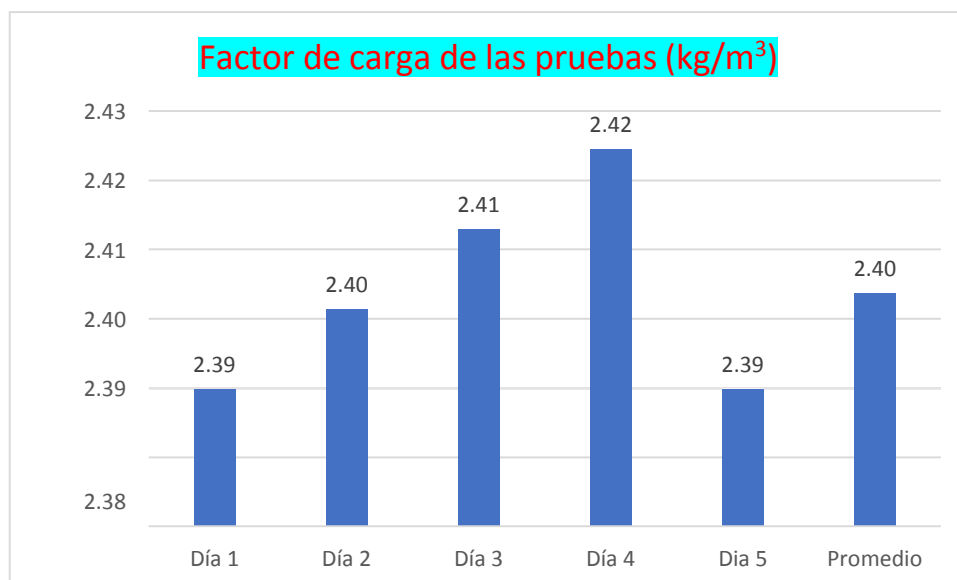


Figura N° 21: Factor de carga de las pruebas.

De la figura anterior se tiene que los días 1 y 5 se obtuvo el menor valor del factor de carga porque se alcanzó 2,39 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el mayor valor fue el día 4 en el que el factor de carga fue 2,42 kg/m<sup>3</sup>, siendo el promedio de los días de prueba 2,40 kg/m<sup>3</sup>.

Como resultado del análisis se deduce que el menor consumo de explosivo permitirá la reducción de la sobrerotura, mejorar las condiciones de seguridad en el lugar de trabajo y lo más significativo la disminución de los costos en explosivos.

### **Sobrerotura**

Otra preocupación en la investigación fue la sobrerotura en las coronas y los hastiales de las labores lineales. La preocupación es el resultado de la evaluación geomecánica de la Galería 10163 por haber sido clasificado como una roca de calidad geomecánica según el criterio RMR de Bieniawski igual a 32.

El valor de 32 como RMR representa a la calidad de una roca mala, porque se halla influenciada por las fallas Luchito y Loros, por tal motivo incluso se recomienda realizar el desate de las rocas sueltas en forma minuciosa durante y después de cada ciclo de trabajo y la realización de voladura controlada.

En tal sentido se ha realizado la voladura controlada con cargas desacopladas y los resultados han permitido reducir la sobrerotura de manera significativa tal como se puede observar en las figuras 13 y 14, así como en la Tabla 2 y la figura 18 siguiente.

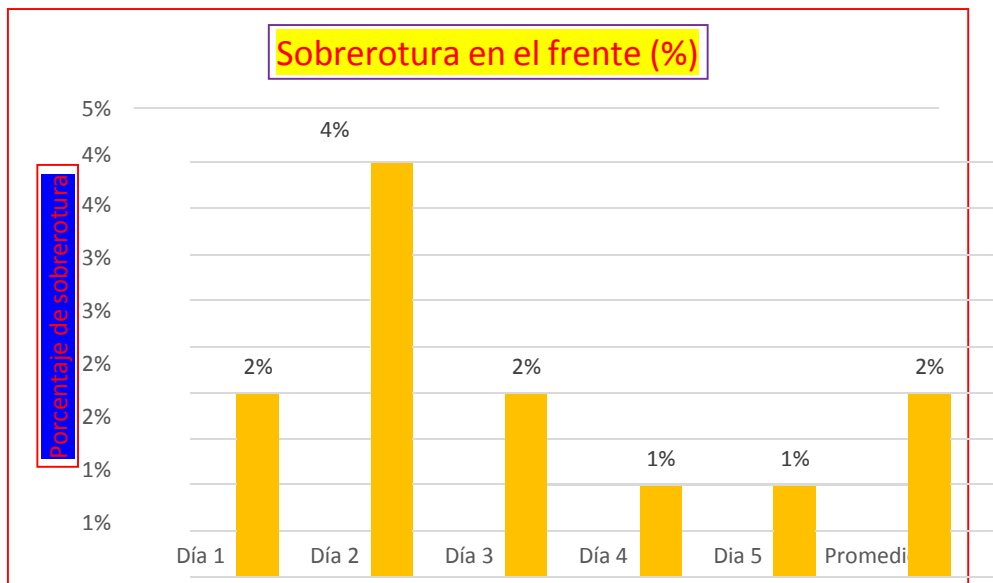


Figura N° 22: Resultados de sobrerotura.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Hipótesis general

Para la demostración de tal aseveración tendremos en cuenta el diseño de malla y los resultados de la perforación y voladura antes de la implementación del trabajo de investigación.

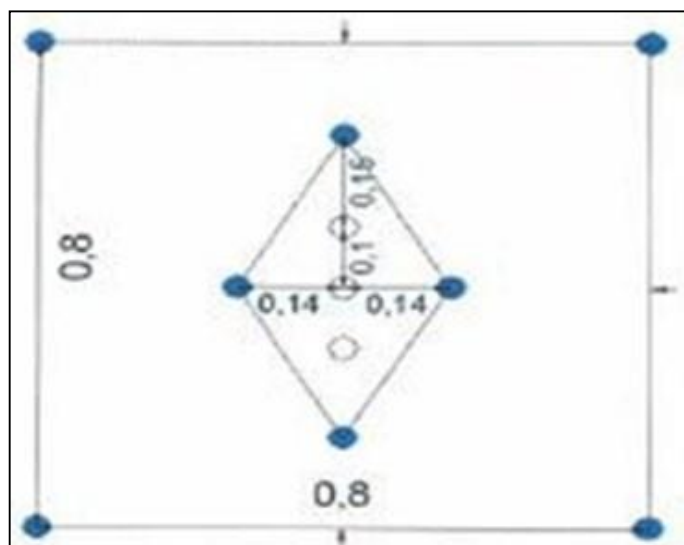


Figura N° 23: Corte en el frente anterior.



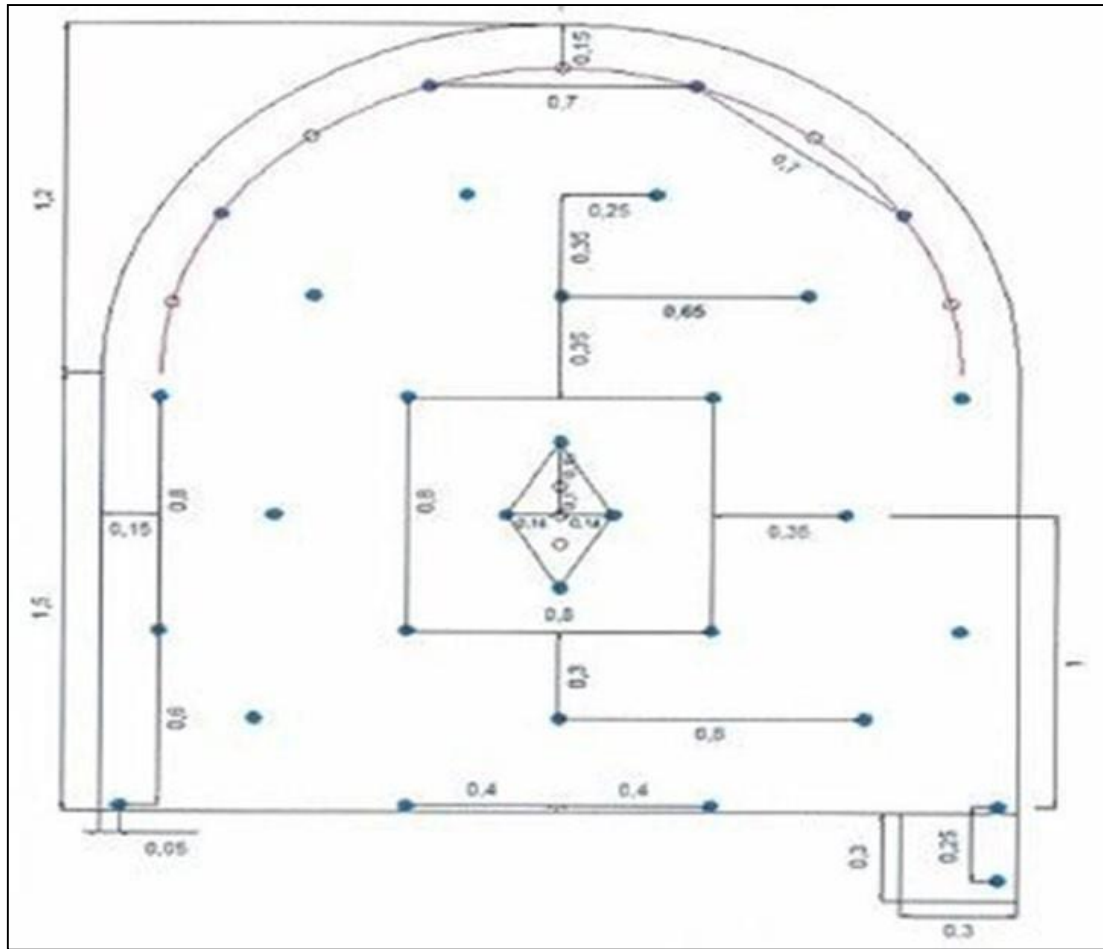


Figura N° 24: Malla de perforación antes de la investigación.

Tabla N° 3: Distribución de la carga explosiva antes de la investigación.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA	No. TAL.	CEBO		COLUMNA	
		Cant.	Tipo	Cant.	Tipo
ARRANQUE	4	1	G	10	S
AYUD.ARRANQUE	4	1	G	8	S
PRODUCCIÓN	3	1	S	7	E
CUADRADORES	4	1	S	7	E
AYUD.ARRASTRE	3	1	S	7	S
ARRASTRE	4	1	G	9	S
AYUD.CORONA	4	1	S	7	E
CORONA	4	1	E	6	E
CUNETA	1	1	G	6	S

Además de distribución de la carga explosiva se tiene una tabla de los resultados obtenidos en tales disparos, de modo que estos valores no permitirán la comparación de los mismos, en la misma calidad de roca.

Tabla N° 4: Resultados de la voladura antes de la investigación.

<b>ITEM</b>	<b>Promedio</b>
<b>Sección</b>	8'x9'
<b>Longitud de perforación</b>	2,15 m
<b>Longitud de avance</b>	1,90 m
<b>Factor de avance</b>	88%
<b>Número de taladros</b>	39
<b>Taladros con carga</b>	31
<b>Consumo de explosivo (kg)</b>	36
<b>Factor de carga (kg/m<sup>3</sup>)</b>	2,92
<b>Sobrerotura (%)</b>	7

En tal sentido nos permite realizar una tabla conjunta para la comparación correspondiente:

Tabla N° 5: Comparación de resultados.

<b>ITEM</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Sección</b>	8'x9'	8'x 9'	
<b>Longitud de perforación</b>	2,15 m	2,15 m	0
<b>Longitud de avance</b>	1,90 m	2,09 m	0,19 m
<b>Factor de avance</b>	88%	97%	9%
<b>Número de taladros</b>	39	39	
<b>Taladros con carga</b>	31	31	
<b>Factor de carga (kg/m<sup>3</sup>)</b>	2,92(kg/m <sup>3</sup> )	2,40(kg/m <sup>3</sup> )	-0.52 kg/m <sup>3</sup>
<b>Sobrerotura (%)</b>	7%	2%	-5%

En la Tabla anterior respecto a los indicadores y avances se observa que la longitud de perforación, con barreno de 8 pies, en ambos casos en la misma, 2,15 m; respecto a la longitud de avance por disparo la longitud anterior es 1,90m y después 2,09m, lo cual significa un incremento de 19 centímetros por disparo; de modo que el factor de avance se mejoró en 9%.

Concerniente al factor de carga, ésta ha disminuido en 0,52 kg/m<sup>3</sup> en cada disparo, lo cual es beneficioso para los intereses económicos y de seguridad por cuanto la sobrerotura ha sido reducida en 5%.

De lo analizado y demostrado anteriormente se puede afirmar que la hipótesis general se demuestra como veraz. Por lo que “El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye significativamente en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.”.

#### **4.3.2 Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica a)**

En la hipótesis específica a) se ha propuesto que: El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye positivamente en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.

De todo lo mostrado en las Tabla 5, tal proposición es cierta porque el factor de avance se ha pasado de 1,90 m a 2,09 m, es decir un incremento de 0,19 m, porque porcentualmente representa un 10% y que permitirá cumplir con las programaciones de las labores de desarrollo.

Por lo que la hipótesis específica a) queda demostrada en su totalidad.

### **Hipótesis específica b)**

La hipótesis específica b) propuesta dice que “El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.”

Tal como se puede observar los resultados mostrados en la Tabla 2, los factores de carga en los cinco disparos fueron menores que 2,92 kg/m<sup>3</sup> que se obtuvo como promedio en las voladuras anteriores al trabajo de investigación; de los factores de carga en los disparos de prueba el promedio fue de 2,40 kg/m<sup>3</sup>, que comparado porcentualmente con el factor de carga anterior (2,90 kg/m<sup>3</sup>), representa una disminución del 17% de dicho valor, de modo que la afirmación es correcta.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Finalizado el trabajo de investigación se puede señalar que el mismo ha sido de mucha utilidad para poder realizar un nuevo cambio de la malla de perforación y voladura.

Los resultados obtenidos permiten realizar la implementación de nuevos indicadores de perforación y voladura, tal como son el caso de la longitud de taladro a ser perforado con barras de 8 pies; la longitud de avance de 2,09 m y el factor de avance que es el 97% de la longitud total de la perforación.

De igual manera en el consumo de la mezcla explosiva se reduce considerablemente y tal reducción se manifiesta en una menor sobrerotura y la mejora de las condiciones de seguridad en el ambiente de trabajo en beneficio económico y social tanto para la empresa como para los colaboradores de la mina San Andrés de MARSA.

## CONCLUSIONES

- 1) Según el mapeo de la galería 10163 S se obtuvo un RMR de 32 catalogado de acuerdo al GSI como un macizo rocoso muy fracturado malo (MF/M) e intensamente fracturado malo (IF/M). Para su ejecución se realizó el diseño de malla para el tipo de terreno de RMR 32,
- 2) La ejecución de la perforación y voladura de acuerdo a la malla diseñada y el seguimiento correspondiente permitió alcanzar los avances adecuados y evitar las sobre excavaciones con voladura controlada.
- 3) Los indicadores y avances se han mejorado porque la longitud de avance por disparo de 1,90 m se incrementó a 2,09 m, lo cual significa un aumento de 19 centímetros por disparo; de modo que el factor de avance se mejoró en 10% y permitirá cumplir con las programaciones de las labores de desarrollo.
- 4) Los factores de carga en los cinco disparos fueron menores que 2,92 kg/m<sup>3</sup>, que se obtuvo como promedio en las voladuras anteriores al trabajo de investigación, el factor de carga promedio resulta ser 2,40 kg/m<sup>3</sup>, que comparado porcentualmente con el factor de carga anterior representa una disminución del 17%.
- 5) Concerniente al factor de carga, ésta ha disminuido en 0,52 kg/m<sup>3</sup> en cada disparo, lo cual es beneficioso para los intereses económicos y de seguridad por cuanto la sobrerotura ha sido reducida en 5% y el promedio actual es solo del 2%.
- 6) Los resultados obtenidos permiten realizar la implementación de nuevos indicadores de perforación y voladura, tal como son el caso de la longitud de taladro a ser perforado con barras de 8 pies; la longitud de avance de será 2,09 m y el factor de avance por disparo será el 97% de la longitud total de la perforación.

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda a la administración facilitar herramientas en buen estado a los trabajadores (barretillas, brocas, guidores y atacadores).
- 2) Se recomienda capacitar en interior mina a los trabajadores de realizar un buen desatado de rocas antes, durante y después de realizar sus labores.
- 3) Se recomienda continuar de manera permanente realizar el estudio geomecánico, para poder tener conocimiento con el tipo de roca con el cual se está trabajando.
- 4) Se recomienda realizar la constatación que se ejecuten taladros de recorte en la corona y el desacoplamiento de los taladros con cañas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E., & Vera, F. (2016). Mejoramiento de los indicadores de avance por incremento de la longitud de perforación de 6 a 8 pies, aplicando voladura controlada con accesorios no eléctricos de retardo en la mina de la Compañía Minera Poderosa S.A. La Libertad, Perú. Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional de Trujillo.
- Belizario, Y. (2019). Optimización de malla de perforación para la reducción de costos de voladura en la Mina Maribel de Oro "A"- Phoquera. Puno, Perú: Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional del Altiplano.
- Correa, P. y Martinez, D, (2017). Diseño del sistema de perforación y voladura en los bancos D, E Y F en la Mina de Caliza El Tesoro, Contrato De Concesión ILI-16111 ubicada en la Vereda Las Caleras del Municipio de Nobsa-Boyacá. Tesis para título profesional de Ingeniero en Minas. Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia, Facultad Sede Seccional Sogamoso Escuela de Ingeniería de Minas.
- Chinchay, J. (2018). Diseño de malla de perforación basado en los modelos geomecánicos para optimizar la voladura en minería subterránea – 2018. Huaraz, Perú: Tesis para optar título profesional. Universidad Santiago Antúnez de Mayolo.
- Diaz, 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. Lima, Perú: Tesis para título profesional. Facultad de Ingeniería, Programa

Académico de Ingeniería de Gestión Minera. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Persson, P., Holmberg, R., y Lee, J. (1994). Rock Blasting and Explosives Engineering. Canberra, Australia: Libraries Australia.

[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO\\_2017.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO_2017.pdf)

<https://blog.lemontech.com/que-son-indicadores-y-cuantos-tipos-existen-ejemplos/>



## **ANEXOS**

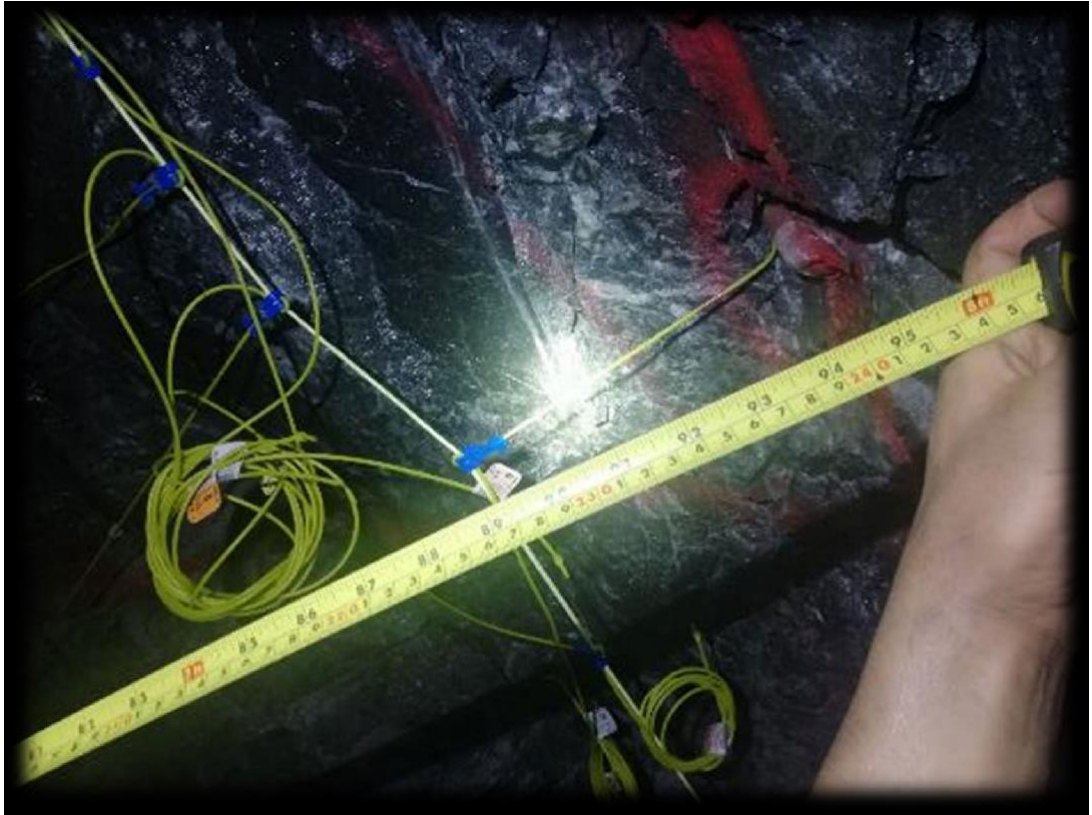


Resumen de tiempos por tipo.

<b>Detalle de los tiempos</b>			
<b>Tiempo Productivo Neto</b>			
		<b>Tiempo Productivo Neto</b>	
		<b>Demoras Operativas</b>	
<b>Tolerancias</b>			
		<b>Constantes</b>	
		<b>Variables</b>	
<b>Tiempo Improductivo</b>			
		<b>Inevitable</b>	
		<b>Evitable</b>	

## Anexo N° 2: ASPECTOS OPERACIONALES EN LOS FRENTES

Dimensionamiento adecuado y perpendicularidad de los amarres



Preparación de tacos de arcilla.



## Anexo N°3: PROCEDIMIENTO DE VALIDACION Y CONFIABILIDAD

### PROCEDIMIENTO DE VALIDACION Y CONFIABILIDAD



"UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION"

#### FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y Nombres de Informante:** Mauricio Rivera, Jonny Efrain
- 1.2. **Grado Académico:** Ingeniero Titulado en Ingeniería de Minas
- 1.3. **Cargo e Institución donde labora:** Ingeniero residente / Tumi Raise Boring U.M. El Porvenir
- 1.4. **Título de la investigación:** Diseño de Mallas de Perforación Mecanizada para Mejorar Indicadores y Avances en Labores Subterráneas en MARSA
- 1.5. **Autor del instrumento:** Torres Mendoza, Jeferson Israel

#### II. ASPECTO DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Buena 41% - 60%	Muy Buena 61% - 80%	Excelente 81%-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.					X
OBJETIVIDAD	Cumple con el fin y la fácil aplicación por los colaboradores.					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales.					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica.					X
SUFICIENTE	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico – científicos.					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto de la tabla.					X
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X

#### III. PROMEDIO DE VALIDACION : 100%

IV. **OPINION DE APLICACIÓN:** La optimización de KPI's es fundamental tanto para la empresa, como para los trabajadores ya que así como; nos permite tener mejor producción también nos permite labores seguras.

La Quina 07/02/2023	160825		965351939
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto	N°. Celular

PROCEDIMIENTO DE VALIDACION Y CONFIABILIDAD



"UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION"

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y Nombres de Informante:** Montero Barba, Edson David
- 1.2. **Grado Académico:** Ingeniero Titulado en Ingeniería de Minas
- 1.3. **Cargo e Institución donde labora:** Jefe de guardia / Tecnomin Data U.M. San Cristóbal
- 1.4. **Título de la investigación:** Diseño de Mallas de Perforación Mecanizada para Mejorar Indicadores y Avances en Labores Subterráneas en MARS A
- 1.5. **Autor del instrumento:** Torres Mendoza, Jeferson Israel

II. ASPECTO DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Buena 41% - 60%	Muy Buena 61% - 80%	Excelente 81%-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.					X
OBJETIVIDAD	Cumple con el fin y la fácil aplicación para los colaboradores.					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales.					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENTE	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos.					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto de la tabla.				X	
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
<b>III. PROMEDIO DE VALIDACION : 97%</b>						
<b>IV. OPINION DE APLICACIÓN:</b> La importancia de mejorar los KPI's en los procesos del ciclo de minado, nos permite tener menores costos como labores más seguras.						
San Cristóbal/CC-02-23	18 98 24				98 54 16 120	
<b>Lugar y Fecha</b>	<b>CIP</b>	<b>Firma del Experto</b>			<b>N°. Celular</b>	

PROCEDIMIENTO DE VALIDACION Y CONFIABILIDAD



“UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION”

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y Nombres de Informante:** Hinostroza Campos, Walter Jean
- 1.2. **Grado Académico:** Ingeniero Titulado en Ingeniería de Minas
- 1.3. **Cargo e Institución donde labora:** Asistente de residente / Tumi Raise Boring U.M. El Porvenir
- 1.4. **Título de la investigación:** Diseño de Mallas de Perforación Mecanizada para Mejorar Indicadores y Avances en Labores Subterráneas en MARSÁ
- 1.5. **Autor del instrumento:** Torres Mendoza, Jeferson Israel

II. ASPECTO DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Buena 41% - 60%	Muy Buena 61% - 80%	Excelente 81%-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.					X
OBJETIVIDAD	Cumple con el fin y la fácil aplicación por los colaboradores.					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales.					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica.					X
SUFICIENTE	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico – científicos.					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto de la tabla.					X
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
<b>III. PROMEDIO DE VALIDACION : 98 %</b>						
<b>IV. OPINION DE APLICACIÓN:</b> La reestructuración de la malla es fundamental y se debe realizar periódicamente dependiendo del tipo de roca con la que se cuenta.						
La Oroya, 07/02/23	2415 65				917 8814 09	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			N°. Celular	



#### Anexo N° 4. MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DISEÑO DE MALLAS DE PERFORACIÓN MECANIZADA PARA MEJORAR INDICADORES Y AVANCES EN LABORES SUBTERRÁNEAS EN MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
¿De qué manera el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.?	Determinar de qué manera el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.	El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye significativamente en la mejora de los indicadores y avances en labores las subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Variable Independiente:</b> Diseño de mallas de perforación y voladura.</li> <li>• <b>Variable Dependiente:</b> Indicadores y avances.</li> </ul>
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	
a) ¿En cuánto el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.?	a) Determinar en cuánto el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.	a) El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye positivamente en el factor de avance en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.	
b) ¿Cómo el diseño de las mallas de perforación mecanizada influye en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.?	b) Establecer cómo el diseño de las mallas mecanizada influye en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.	b) El diseño de las mallas de perforación mecanizada influye positivamente en los factores de carga en las labores subterráneas en Minera Aurífera Retamas S.A.	