UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS:

"OPTIMIZACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE LAS OPERACIONES EN LA MINA CORY COLLUR - 2021"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Bach. RODRÍGUEZ ROBLES, Erick Francis

ASESOR:

Dr. Ing. SOTELO MONTES, Javier Enrrique

HUARAZ - PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En la ciudad de Huaraz, siendo las diez horas con diez minutos de la mañana (10:10 a.m.) del día veinticuatro de Agosto del dos mil Veintidos (24/08/22), se reunieron los miembros del jurado Evaluador nominados según Resolución Nro. 054-2021-FIMGM/D, de fecha 19 de Noviembre del 2021, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. Ing. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI, como Presidente; Dr. Ing. GUSTAVO ROBERTO BOJORQUEZ HUERTA, como Secretario y el M.Sc. Ing. JESUS GERARDO VIZCARRA ARANA, como Vocal;** para la sustentación de la tesis Titulado: **"OPTIMIZACION DE LOS ESTANDARES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA REDUCCION DE COSTOS DE LAS OPERACIONES EN LA MINA CORY COLLUR - 2021", presentado por el Bachiller ERICK FRANCIS RODRIGUEZ ROBLES,** para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N° 054-2021-FIMGM/D de fecha 19 de Noviembre del 2021. Acto seguido se invitó al sustentante a la defensa de su tesis por un lapso de veinte minutos (20), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Calificador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditórium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota del sustentante, **ACORDANDO: *APROBAR* CON EL CALIFICATIVO** (*)de: **DIECISEIS *(16).*** *Siendo las diez horas y cincuenta minutos (10:50 a.m.) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación.*

*En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.*

Dr. Ing. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI **Presidente**	**Dr. Ing. GUSTAVO ROBERTO BOJORQUEZ HUERTA** **Secretario**
M.Sc. Ing. JESUS GERARDO VIZCARRA ARANA **Vocal**	**Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES** **Asesor**

(*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA** (19-20), **APROBADO CON DISTINCIÓN** (17-18), **APROBADO** (14-16), **DESAPROBADO** (00-13).

Nota: El sustentante debe levantar las observaciones realizadas por el Jurado Evaluador

ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: **"OPTIMIZACION DE LOS ESTANDARES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA REDUCCION DE COSTOS DE LAS OPERACIONES EN LA MINA CORY COLLUR - 2021"**, presentado por el Bachiller ERICK FRANCIS RODRIGUEZ ROBLES, y sustentada el día Veinticuatro del Agosto del 2022, por Resolución Decanatural Nº 054-2021-FIMGM/D, la declaramos CONFORME.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 24 de Agosto del 2022

Dr. Ing. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI
Presidente

Dr. Ing. GUSTAVO ROBERTO BOJORQUEZ HUERTA
Secretario

M.Sc. Ing. JESUS GERARDO VIZCARRA ARANA
Vocal

Dr. Ing. JAVIER ENRRIQUE SOTELO MONTES
Asesor

DEDICATORIA

A mi Madre, a mi Padre que desde el cielo me sigue guiando; sin ellos no sería la persona ni el profesional que soy.

A mis hermanos, familiares y mi círculo de amistades por su apoyo constante.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres por darme la vida y por siempre creer en mí, a los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas por los conocimientos brindados durante esta etapa en mi vida los cuales son pilares en mi formación profesional y a mis amigos que también estuvieron ahí empujándome por este camino de altos y bajos.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

RESUMEN

En la presente investigación titulada “Optimización de los Estándares de Perforación y Voladura para la reducción de costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021”. Nace de la pregunta ¿En qué medida la optimización de los estándares de perforación y voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?, El objetivo general fue Optimizar los estándares de perforación y voladura para reducir los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021. Se justifica porque con el rediseño de los parámetros estandarizaremos la perforación y voladura en base al cálculo de los parámetros intervinientes, mejoraremos calidad de la perforación. La optimización de los estándares de perforación y voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021. La metodología aplicada es la investigación científica. Los resultados más importantes determinaron que la malla optimizada es de a 35 taladros de 6 pies de longitud, con tres taladros de alivio y un total de 32 taladros cargados, el ahorro mensual es de S/ 3,502.00, haciendo un total anual de S/ 42,024 (US$ 10,200.00). La conclusión más importante fue que se optimizó los estándares de perforación y voladura logrando reducir de 37 taladros de 6 pies de longitud, con 3 taladros de alivio y 34 taladros cargados y luego de la optimización se redujo a 35 taladros de 6 pies de longitud, con 3 taladros de alivio y un total de 32 taladros cargados, haciendo un ahorro anual de S/ 42,024.

Palabras claves: Optimización, estándares, perforación y voladura, reducción de costos de las operaciones, mina Cory Collur, 2021.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

ABSTRACT

In the present investigation entitled optimization of drilling and blasting standards for the reduction of costs of operations at the Cory Collur mine - 2021. It arises from the question to what extent will the optimization of drilling and blasting standards reduce the costs of operations at the Cory Collur mine - 2021?, The general objective was to Optimize drilling and blasting standards to reduce the costs of operations at the Cory Collur mine - 2021. It is justified because with the redesign of the parameters we will standardize drilling and blasting based on the calculation of the intervening parameters, we will improve the drilling. Optimizing drill and blast standards will reduce operating costs at the Cory Collur mine - 2021. The applied methodology is scientific research. The most important results determined that the optimized mesh is 35 holes of 6 feet in length, with three relief holes and a total of 32 loaded holes, the monthly saving is S / 3,502.00, making an annual total of S / 42,024 (US $ 10,200.00). The most important conclusion was that the drilling and blasting standards were optimized, reducing from 37 6-foot long holes, with three relief holes and 34 loaded holes, and after the optimization it was lowered to 35 6-foot long holes. with three relief drills and a total of 32 drills loaded, and an annual saving of S / 42.024.

Keywords: Optimization, standards, drill and blast, cost reduction of operations, Cory Collur mine, 2021.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Contenido

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTO iii

RESUMEN iv

ÍNDICE DE FIGURAS ix

ÍNDICE DE TABLAS x

INTRODUCCIÓN xii

CAPITULO I 1

GENERALIDADES 1

1.1.1. Ubicación y acceso. 1

1.1.2. Topografía. 3

1.2. Entorno Geológico. 3

1.2.1. Geología regional. 3

1.2.2. Geología local. 5

Estratigrafía: Dentro de la estratigrafía encontramos la formación Santa 5

1.2.3. Geología estructural. 5

1.2.4. Geología económica. 5

CAPITULO II 7

FUNDAMENTACIÓN 7

2.1. Marco Teórico. 7

2.1.1. Antecedentes de la investigación. 7

2.1.2. Fundamentación teórica. 11

2.1.2.1. Optimización 11

2.1.2.2. Estándares 12

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.1.2.3. Perforación 12

2.1.2.4. Voladura 15

2.1.2.5. Reducción 17

2.1.2.6. Costos 19

2.1.3. Definición de Términos. 21

CAPITULO III 27

METODOLOGÍA 27

3.1. Planteamiento y formulación del problema 27

3.1.1 El Problema 27

3.1.2 Descripción de la realidad 28

3.1.3 Identificación y selección del problema 28

3.1.4 Formulación del Problema 28

3.1.5 Objetivos de la investigación 29

3.1.5.1. Objetivo General 29

3.1.5.2. Objetivos Específicos 29

3.1.6 Justificación e importancia 29

3.1.7 Alcances 30

3.1.8 Limitaciones 30

3.1.9 Delimitación 30

3.2. Hipótesis 30

3.3. Variables 31

3.3.1. Operacionalización de variables. (Ver Tabla N°4) 31

3.4. Diseño de la investigación 32

3.4.1. Tipo de investigación 32

3.4.2. Nivel de la investigación 32

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.4.3. Método 32

3.4.4. Diseño de la investigación 32

3.4.5. Población y muestra 33

3.4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 33

3.4.7. Procedimientos 33

3.4.8. Material de investigación 34

CAPITULO IV 35

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 35

4.1. Descripción de la realidad y procesamiento de datos. 35

4.2. Optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur 36

4.2.1. Geometría del yacimiento 36

4.2.2. Geología del yacimiento. 36

4.2.3. Geomecánica del yacimiento. 37

4.2.4. Diseño de la malla de perforación y voladura de rocas 38

4.2.5. Costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur 41

4.3. Discusión de resultados 46

4.4. Aportes del tesista 47

CONCLUSIONES. 48

RECOMENDACIONES 49

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 50

ANEXOS 53

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIAS 54

ANEXO N° 02: PETS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS 55

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Ubicación Política de la mina Cory Collur..... 1

Figura N° 2. Variables controlables y no controlables de la voladura 18

Figura N° 3. Diseño de la malla de perforación optimizada, mina Cory Collur. 40

Figura N° 4. Diseño de arranque y ayudas. 41

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Coordenadas UTM de la mina Cory Collur. 1

Tabla N° 2. Accesos a la mina Cory Collur. 1

Tabla N° 3. Reservas y Leyes de la mina Cory Collur. 6

Tabla N° 4. Operacionalizacion de variables. 31

Tabla N° 5. Características geométricas del yacimiento. 36

Tabla N° 6. Leyes de mineral. 36

Tabla N° 7. Recuperaciones mineras según J. S. REDPATH. LTD. 36

Tabla N° 8. Características geomecánicas del yacimiento. 37

Tabla N° 9. Diseño de la malla de perforación mina Cory Collur Antes de la optimización, Sección 3 x 2.5 m. 38

Tabla N° 10. Diseño de la malla de perforación mina Cory Collur Después de la optimización, Sección 3 x 2.5 m. 39

Tabla N° 11. Costo de la mano de obra mensual de perforación y voladura de rocas mina Cory Collur Antes de la optimización, Sección 3 x 2.5 m. 41

Tabla N° 12. Costo de voladura de rocas Antes de la optimización, Sección 3 x 2.5 m. 42

Tabla N° 13. Costo de implemento de seguridad y alimentación. 43

Tabla N° 14. Costo total de la perforación y voladura de rocas Antes de la Optimización. 43

Tabla N° 15. Costo de la mano de obra mensual de perforación y voladura de rocas mina Cory Collur Después de la optimización, Sección 3 x 2.5 m. 44

Tabla N° 16. Costo de voladura de rocas Después de la optimización, Sección 3 x 2.5 m. 44

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla N° 17. Costo de implemento de seguridad y alimentación. 46

Tabla N° 18. Costo total de la perforación y voladura de rocas Después de la optimización. 46

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

INTRODUCCIÓN

En la mina Cory Collur durante los primeros meses del año 2021, las actividades unitarias de perforación y voladura, todos los días presentan problemas de voladura con uno o dos tiros fallados, y hace que no se cumpla el avance proyectado por el ingeniero residente, existe sobre rotura y la presencia de fragmentos muy grandes de roca o mineral que necesita voladura secundaria, no se cumple con la malla de perforación lo que hace que el proceso de voladura sea muy caro y muy convencional teniendo en cuenta que la mina tiene un macizo rocoso clasificado como buena en función de su litología, el trabajo de investigación tiene la finalidad de optimizar la perforación y voladura de rocas para la reducción de costos de las operaciones en la mina.

La tesis consta de: La dedicatoria; el agradecimiento, el resumen, el abstract, índice general, de tablas, de figuras y la introducción.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES, en este capítulo se detalla temas referentes al entorno físico con la ubicación y el acceso, la topografía, el clima y vegetación, la hidrología, la flora y la fauna; también se trata sobre el entorno geológico como la geología regional, la geología local, la geología estructural y la geología económica.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN, con el marco teórico, los antecedentes de la investigación, la fundamentación teórica y la definición de términos.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA, con el problema, la identificación y selección del problema, la formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación, la importancia, las limitaciones, la delimitación de la investigación, los alcances, la hipótesis, las variables y el diseño de la investigación.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN, con la descripción de la realidad y procesamiento de datos, el control de la voladura para optimizar la fragmentación, luego se realiza la prueba de hipótesis y la discusión de resultados.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Entorno Físico.

1.1.1. Ubicación y acceso.

El proyecto minero se ubica políticamente en el paraje Cochajircan, distrito de Acas, provincia de Ocros, departamento de Ancash y geográficamente se ubica con las siguientes coordenadas UTM, como se muestra en la tabla Nº1 y figura N°1.

Tabla N° 1. *Coordenadas UTM de la mina Cory Collur.*

Coordenadas U.T.M de los vértices de la concesión Cory Collur		
VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	8 841,000.00	241,000.00
2	8 839,000.00	241,000.00
3	8 839,000.00	240,000.00
4	8 841,000.00	240,000.00

Fuente: Resolución de presidencia Nº 1805 – 2008 – INGEMMET/PCD/PM, Citado por Javier Nuñez, 2019.

El acceso se realiza a través de la vía más usada y recomendada que es la terrestre como se muestra en la tabla Nº2.

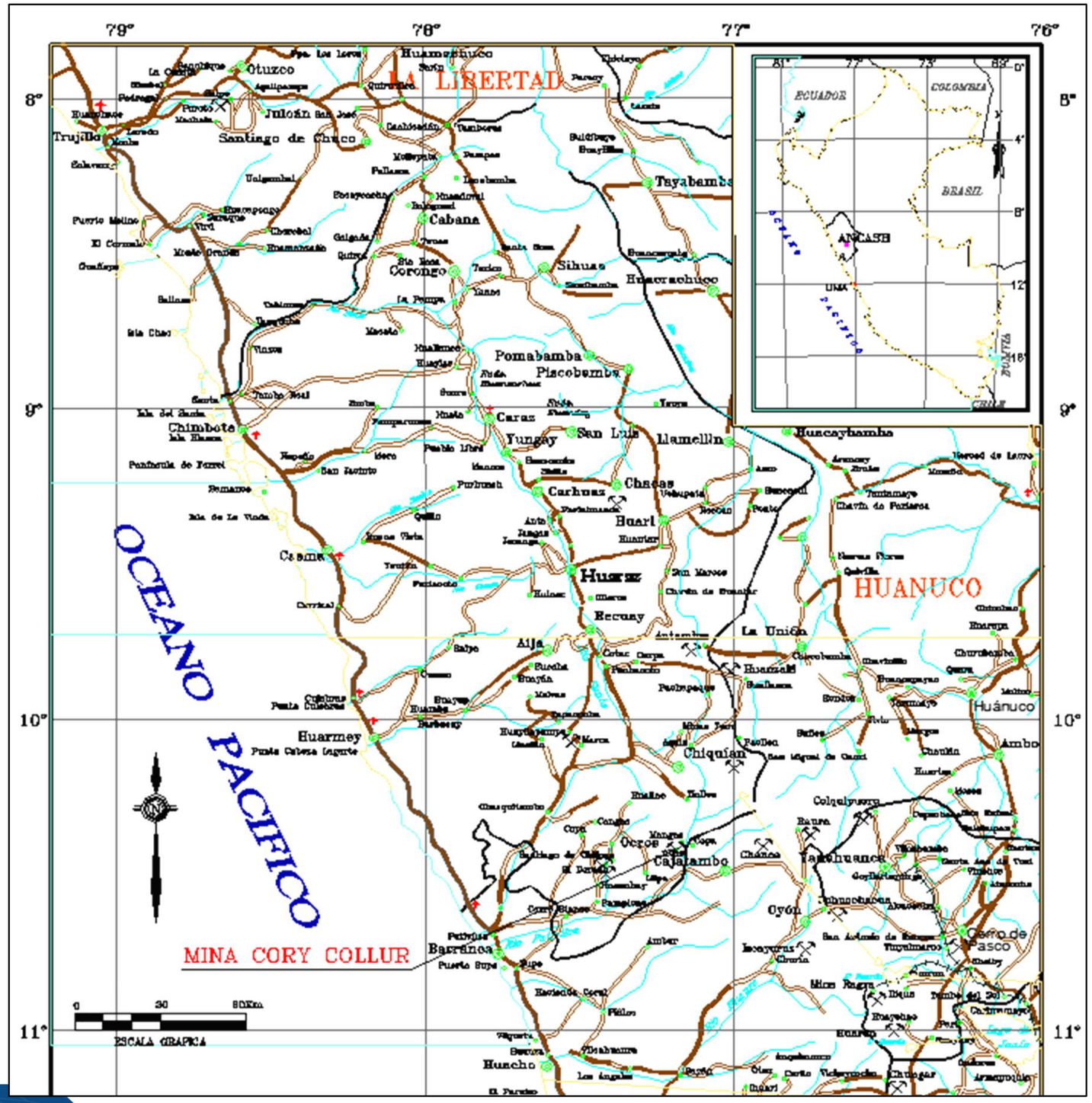
Tabla N°2. *Accesos a la mina Cory Collur.*

Tramo	**Distancia (Km)**	**Tiempo (hrs)**	**Tipo de vía**
Lima - Pativilca	207	3	Asfaltada
Pativilca - Conococha	121	2	Asfaltada
Conococha - Ocros	49	0.7	Asfaltada
Ocros – Acas	20	0.3	Afirmada
Acas - Mina (caminata)	15	3	Camino de herradura

Fuente: http://www.go2peru.com/spa/guia_ viajes/huaraz/como_ llegar_ huaraz. html, Citado por Javier Nuñez, 2019.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Figura N°1. *Ubicación Política de la mina Cory Collur.*



Fuente: Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1.1.2. Topografía.

La topografía que se presenta en esta zona es bastante accidentada con rangos de desniveles hasta 400 metros con pendientes bastante pronunciadas que oscilan de 50º a 75º. Hay presencia de deslizamiento y erosión.

(Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019).

1.2. Entorno Geológico.

1.2.1. Geología regional.

Estratigrafía:

Rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias y volcánicas estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal y correlación de las unidades estratificadas de rocas. En base a la definición de este término (estratigrafía) para el proyecto en estudio se presentan los siguientes tipos de formaciones de rocas existentes en la zona.

Conformación geológica constituida mayormente por sedimentos del Mesozoico bastante plegados encima una cobertura volcánica Cenozoica ondulada a lo largo de la cordillera negra.

Formación Santa: Ocurre en forma concordante a la Formación Chimú y se distribuye en casi todos los lugares donde ésta aflora; su grosor es regular y llega a los 150 m. Su litología está constituida por calizas de color azul grisáceo, sus estratos tienen espesores de 0.10 a 1 m, no es unidad fosilífera. En la zona de estudio es importante porque en ella ocurre parte de la mineralización del proyecto en estudio.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Formación Carhuaz: Esta formación yace concordantemente sobre la formación santa y está constituida litológicamente por limo arcillitas grises a gris verdosas. En algunas zonas presenta calizas y areniscas ferruginosas. El proyecto en estudio tiene parte de sus ocurrencias mineralizadas en esta formación.

Formación Chimú: Se presentan como afloramiento importante en la localidad de Ocros a 3 Km al Este de Acas. La formación Chimú consiste principalmente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor y en total la secuencia completa de la unidad puede variar entre 600 y 100 m (de sur a norte).

El Cuaternario: Estos tipos de rocas se encuentran localizadas en los depósitos denominados cuaternarios que es la formación por acumulación de sedimentos. Este tipo de rocas se presenta en la cuenca del rio que separa al distrito de Acas y al caserío de la Merced. La distancia más corta del rio al proyecto es de un kilómetro.

Rocas Ígneas: Se forman cuando el magma (materia mineral fundida) se enfría y se solidifica. Si el enfriamiento se produce lentamente bajo la superficie, se forman rocas con cristales grandes denominadas rocas plutónicas o intrusivas, mientras que, si el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie, por ejemplo, tras una erupción volcánica, se forman rocas con cristales indistinguibles a simple vista conocidas como rocas volcánicas o efusivas. La mayor parte de los 700 tipos de rocas ígneas que se han descrito se han formado bajo la superficie de la corteza terrestre. Ejemplos de rocas ígneas son: la diorita, la riolita, el pórfido, el gabro, el

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

basalto y el granito. (Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019).

1.2.2. Geología local.

Estratigrafía: Dentro de la estratigrafía encontramos la formación Santa.

Formación Santa: Localmente se observa la presencia de rocas sedimentarias correspondientes a esta formación, conformados por pizarra con presencia de calcita y pirita. (Departamento de geología, 2016).

1.2.3. Geología estructural.

Falla: En la zona de estudio se presenta un sistema de falla con un rumbo de S 28º W, esta falla es la causal de incertidumbre de presencia del mineral en la que la mineralización aparece y desaparece, se podría decir que es una veta en rosario.

Diaclasa: Son fracturas en donde no se ha producido desplazamiento apreciable. En la zona de estudio se aprecia una infinidad de diaclasas en la que algunas presentan orientación aleatoria pero la mayoría se producen en grupos aproximadamente paralelos. (Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019).

1.2.4. Geología económica.

- **Origen del yacimiento**

El origen del yacimiento es hidrotermal ya que a través del fracturamiento ha dado lugar a distintos minerales metálicos y muchos de ellos de interés industrial.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Mineralogía**

La mineralización principalmente es de cobre:

Los minerales de mena:

Covelina (CuS), Malaquita ($Cu_2CO_3(OH)_2$), Brocantita ($Cu_4SO_4(OH)_6$), Galena argentífera (PbS), Crisocola ($(Cu, Al)_4H_4(OH)_8Si_4O_{10}.nH_2O$.

Los minerales de ganga

Pirita (FeS_2) y Molibdenita (MoS_2).

Se presume de la continuación de la mineralización de las zonas aledañas a las propiedades anteriores descritas ya que presentan las mismas características litológicas y estructurales. En el proyecto de explotación minera "Cory Collur" se han encontrado 02, vetas con longitudes de afloramiento variables. (Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019).

- **Reservas de mineral**

Las reservas de mineral de la mina Cory Collur al 31 de diciembre del 2021 son las siguientes (Ver tabla N°3):

Tabla N°3. *Reservas y Leyes de la mina Cory Collur.*

Reservas y Leyes mina Cory Collur				
Tipo	**TMS**	**% Cu**	**Ag gr/TM**	**Au gr/TM**
Probado	5,000	4.360%	6.7	1.10
probable	5,000	3.850%	6.50	1.10
	10,000.00	4.105%	6.60	1.10

Fuente: Departamento de Geología - mina Cory Collur, Citado por Javier Nuñez, 2019.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Antecedentes de la investigación.

Antecedente Internacional:

En el trabajo de titulación ***"Optimización de los procesos de perforación y voladura en el Túnel fase A-B de interconexión del proyecto Sopladora";*** Sustentado el año 2016 Marco Vinicio Guamán Peláez para para optar al título de Ingeniero en Geología y Minas en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Extensión - Morona Santiago. Facultad de Recursos Naturales. Carrera de Geología y Minas. Macas, Ecuador. El trabajo tiene como objetivo general el de optimizar los procesos de perforación y voladura que se están empleando en el túnel Fase A-B en el Proyecto Hidroeléctrico Sopladora y tiene formulada por hipótesis: Empleando el método de cálculo de Rune Gustafsson de acuerdo a las propiedades físico- mecánicas y geológicas del macizo rocoso, se puede optimizar el proceso de perforación y voladura evitando voladuras secundarias. La metodología empleada para lograr los objetivos de estudio, se acude al empleo de la investigación científica, a través de las siguientes técnicas de investigación con la Investigación Documental: Se utilizará toda la información disponible existente sobre el lugar como mapas topográficos, geológicos y estudios anteriores que permitan definir el método de arranque más adecuado para el desarrollo de la investigación. La Investigación de campo: Mediante un recorrido por el sector de estudio se realizará la descripción del macizo rocoso; los parámetros físico-mecánicos y

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

geológicos para realizar los respectivos mapas temáticos del túnel Fase A-B. Y la investigación aplicada: es aquella que parte de una situación problemática, que quiere ser intervenida y mejorada. De la discusión de resultados indica que se ha optimizado algo (una actividad, un método, un proceso, un sistema, etc.) cuando se han efectuado modificaciones en el método usual de proceder y se han obtenido resultados que están por encima de lo regular o lo esperado. (Significados, s.f.). Activos Tangibles: se consideran activos tangibles todos los bienes de naturaleza material susceptibles de ser percibidos por los sentidos (Túnel Fase A-B). Activos Intangibles: se consideran activos intangibles aquellos bienes de naturaleza inmaterial (Túnel servirá como alimentador). Las conclusiones más importantes fueron: De acuerdo a los datos obtenidos en campo que permitieron realizar el levantamiento geológico se puede clasificar que el túnel de Fase A-B atraviesa un macizo rocoso regular. La malla de perforación, propuesta en el presente trabajo, se define en base al método de Rune Gustafsson para la optimización de explosivos y La aplicación de la malla de perforación, propuesta en este trabajo, para el Túnel Fase A-B, significa para la Hidroeléctrica Sopladora ahorro de explosivos del 66%, por cada voladura, debido a la optimización del proceso de voladura. (Guamán, 2016).

Antecedente Nacional:

En la tesis ***"Optimización de operaciones unitarias de perforación y voladura mediante voladura controlada en labores horizontales en la Cía. minera Poderosa S.A. ";*** Sustentado el año 2018 por Jeremías Sulcacondor Misarayme para optar al título de Ingeniero de Minas, en la Universidad

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Nacional de San Cristóbal de Huamanga Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Ayacucho, Perú. La tesis tiene por objetivo general conocer cómo influye un buen diseño de malla de perforación en el avance de labores horizontales en Cía. Minera Poderosa S.A. La hipótesis planteada fue: Un buen diseño de malla de perforación influye en el avance de labores horizontales en la Cía. Minera Poderosa S.A. Los temas de investigación que se ha desarrollado en la presente tesis están dirigidos a las operaciones unitarias de optimización referidos a parámetros de perforación y voladura mediante la voladura controlada en La Compañía Minera Poderosa S.A; tanto en labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación, a través de modelos clásicos como Konya. Para rediseñar los parámetros de perforación y voladura se ha hecho un control estricto de cálculo de los diferentes parámetros, mejora en el paralelismo de taladros, cálculo de factor de carga, factor de potencia, cálculo de factor de avance, cálculo de factor de sobre excavación con el fin de mejorar la eficiencia de la perforación y voladura mediante voladura controlada. Los resultados alcanzados fueron óptimos. Logrando una mejora en la eficiencia de perforación de un 91.57 % a un 95 %. El factor de carga fue reducido de 3.41 a 2.63 kg /m3. El factor de avance de 57.02 kg/m a 44.06 kg/m. El factor de potencia fue reducido de 1.26 Kg /Ton a 0.97 Kg /Ton; Asimismo, se logró reducir el factor de sobre excavación de 15.0% a 0.0 %. El avance por disparo también se mejoró de 3.36 m a 3.47m. (Sulcacondor, J., 2018).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Antecedente Local:

En la tesis **"*Optimización de la perforación y voladura de rocas para maximizar utilidades en la mina Panulcillo de Minera Cruz Ltda. - 2016";*** Sustentado el año 2017 por Esthiben Eugenio Diaz Olivera, para optar el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Metalurgia. Escuela Académico de Formación Profesional de Ingeniería de Minas. Huaraz, Perú. Se trata de resolver el problema de la minería subterránea cuya tendencia al ahorro y la optimización de las procesos de perforación y voladura de rocas es una práctica constante para maximizar las utilidades; los costos mensuales de la perforación y voladura se incrementa muchas veces por las pérdidas al momento de realizar el carguío de taladros, también a que los operadores muchas veces no son exactos al momento de perforar; a la desviación de taladros por la rapidez al momento de perforara y a la mala lubricación, etc. la mina Panulcillo de Minera Cruz Ltda. Está ubicado a 15 Km. en línea recta al norte de la ciudad de Ovalle, en la comuna del mismo nombre, Provincia de Limarí, Cuarta Región en la república de Chile. Para la perforación se usa el JUMBO Nº 07 (BOOMER ElC - DH), Con brocas de 45mm y rimadoras de 102mm con barras de 14pies. Para la voladura se emplea anfo, tronex y emulsiones con mecha lenta y cordón detónate. En minera Cruz la necesidad reducir costos y maximizar utilidades es una práctica constante en todas sus actividades y en especial en las operaciones unitarias de perforación y voladura y así tener una mayor utilidad por metro de avance. El costo de perforación de una labor típica de sección 5 x 4.5 con un RMR entre 70 - 80 el costo de los explosivos mensuales es de US$

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

23,822.785 para un promedio de 16,644 metros perforados la causa del exceso en perforación trae consigo su encarecimiento y el incremento en el costo de la voladura de rocas motivo por el cual es necesario optimizar la perforación y voladura para maximizar utilidades en la mina. Corrigiendo las malas prácticas de los operadores de los jumbos. El objetivo general es el de optimizar la perforación y voladura de rocas para maximizar utilidades en la mina Panulcillo de Minera Cruz Ltda. - 2016. Para cumplir este objetivo se plantea la siguiente hipótesis de investigación "La optimización de la perforación y voladura de rocas maximizara las utilidades en la mina Panulcillo de Minera Cruz Ltda. - 2016". El tipo de investigación es aplicada el nivel será de investigación descriptiva, por que asocia la teoría con la realidad y la describe de acuerdo a las dos variables la independiente y la dependiente, se empleará el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general. En el mes de julio del 2016 se maximizó las utilidades al ahorrar los costos de perforación en un 2% y el consumo de brocas y aceros se logró un ahorro de 1.98% logrando con esto maximizar las utilidades del año en la mina Panulcillo. (Diaz, 2017).

2.1.2. Fundamentación teórica.

2.1.2.1. Optimización

La palabra “optimizar” se refiere a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizado. Esto nos da a entender que la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

eficiencia o mejor eficacia. Las empresas deben de tener una mejora continua de sus recursos y administración para obtener una calidad adecuada de sus servicios ya que está en constante interacción con las personas. (https://www.gestiopolis.com/).

2.1.2.2. Estándares

El estándar es el patrón que sigue alguna de las variables que determinan el beneficio de una actividad económica. Entonces, tomando en cuenta este dato, se puede identificar si una empresa está siendo eficiente o no. En otras palabras, un estándar es el nivel de referencia de algún factor de producción, por ejemplo, el coste de la materia prima. De ese modo, tomando en cuenta la información de la industria en su conjunto, podemos saber si la compañía está siendo competitiva. Conocer el estándar en el mercado o sector es importante porque ayuda al negocio en su planificación y en la evaluación de los resultados. Igualmente, sirve para que los inversionistas puedan determinar si una firma es más o menos eficiente que sus competidores. (https://economipedia.com/).

2.1.2.3. Perforación

La perforación y voladura es una técnica aplicable a la extracción de roca en terrenos competentes, donde los medios mecánicos no son aplicables de una manera rentable. Así, partiendo de esta definición, este método es aplicable a cualquier método de explotación, bien en minería, bien en obra civil, donde sea necesario un movimiento de tierras. La técnica de perforación y voladura se basa en la ejecución de perforaciones en la roca, donde posteriormente se colocarán

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

explosivos que, mediante su detonación, transmiten la energía necesaria para la fragmentación del macizo rocoso a explotar. Esta denominación engloba todas aquellas formas de perforación en las que la fragmentación de la roca se produce básicamente por impacto de un útil de filo más o menos aguzado sobre la misma. Los sistemas de percusión simple son todavía utilizados en algunos equipos viejos de perforación de pozos de agua (perforadoras de cable), que básicamente consisten en un trépano en forma de cuchilla con el filo inferior más o menos aguzado y que, suspendido de un cable, se deja caer sobre el fondo del pozo. De este fondo se retiran periódicamente los fragmentos producidos mediante un útil especial (cuchara) que los recoge junto con una cierta cantidad de agua que se añade para facilitar la operación. Este sistema se encuentra en la actualidad totalmente obsoleto. Los sistemas que se van a abordar en este capítulo y que se utilizan actualmente son rotopercusivos, en los que además de la percusión proporcionan al útil de corte un movimiento de rotación y una relativamente pequeña fuerza de empuje para una transmisión de la energía más eficaz. En estos sistemas la velocidad de perforación es proporcional a la potencia de percusión (producto de la energía de impacto por la frecuencia de golpes). En cambio, la rotación y el empuje son meras acciones auxiliares que, siempre y cuando se superen unos valores mínimos necesarios para espaciar convenientemente los puntos de incidencia de los impactos y mantener el útil de perforación en contacto con la roca, influyen relativamente poco en la velocidad de perforación. El martillo es el

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

elemento que proporciona la percusión mediante el movimiento alternativo de una pieza de choque, que es el pistón, que sucesivamente golpea sobre el utillaje de perforación. El pistón puede ser accionado por aire comprimido (perforación neumática) ó por aceite hidráulico (perforación hidráulica). (Bernaola, Castilla y Herrera, 2013, pp. 5-7).

Otra definición es planteada por Víctor Alejandro Ames Lara. La perforación de las rocas en el campo de la voladura es la primera operación unitaria que se realiza en la actividad minera; tiene como propósito abrir unos huecos (taladros), en una distribución geométrica adecuada en los macizos rocosos para su posterior arranque, aquí se alojara el explosivo y los accesorios de los sistemas de iniciación a usar.

Sistemas de Penetración. - Los sistemas de penetración en la roca que han sido desarrollados hasta la actualidad son los siguientes:

- Mecánicos: Percusión, rotación y roto percusión.
- Térmicos: Soplete o lanza térmica, plasma, fluidos calientes y congelación.
- Hidráulicos: Chorro de agua, erosión y cavitación.
- Químicos: Micro voladura y disolución.
- Eléctricos: Arco eléctrico e inducción magnética.
- Sísmico: Rayo láser.
- Nucleares: Fusión y fisión

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

En la actividad minera la más utilizada es la de energía mecánica, en donde los componentes principales de un sistema de perforación de este tipo son: la perforadora que es la fuente de la energía mecánica; el varillaje que es el medio de transmisión de la energía mecánica; la broca que es el elemento útil que ejerce sobre la roca dicha energía y el fluido de barrido que realiza la limpieza y evacuación de los detritos producidos.

Tipos de perforación:

- **Perforación Manual. -** Se ejecuta con equipos ligeros manejados a mano por los perforistas. Se utiliza en labores de dimensiones menores que no permiten el use de máquinas perforadoras pesadas.
- **Perforación Mecanizada. -** Los equipos de perforación van montados sobre estructuras, con los que el operador puede controlar todos los parámetros de la perforación desde posiciones cómodas. Las estructuras o chasis pueden ir montadas sobre neumáticos u orugas y pueden ser automotrices o remolcables. (Ames, 2008, p. 10).

2.1.2.4. Voladura

La teoría de la voladura es quizás uno de los más interesantes, que provoca pensamientos, retos, y áreas controversiales en nuestra industria. Esto abarca muchas áreas en la ciencia de la química, física termodinámica, interacciones de la onda de choque, y la mecánica de rocas. En términos generales, el fracturamiento de la roca

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

mediante explosivos involucra la acción de un explosivo y la respuesta de masa rocosa circundante dentro del dominio de la energía, tiempo y masa. A pesar de la gran cantidad de investigaciones realizadas no solamente una sola teoría ha sido aceptada de explicar adecuadamente el mecanismo de fracturamiento en todas las condiciones de voladura y tipos de material. Dando ambientes específicos para los ensayos, condiciones y suposiciones, los investigadores han contribuido información útil y deducciones como parámetros en las teorías de voladura. Las teorías de voladura han sido formuladas y basadas son de pura especulación, años de experiencia en voladura con procedimientos de ensayo y error, pruebas de laboratorio, y modelos matemáticos y físicos adaptados de otras disciplinas de la ciencia.

Los mecanismos de fracturamiento principales han sido basados en:

- Energía de la onda de choque de comprensión y tensión.
- Reflexión de la onda de choque en una cara libre.
- Presurización del gas en la masa rocosa circulante.
- Rotura por flexión.
- Ondas de corte.
- Liberación de carga.
- Nucleación de las grietas en fallas y discontinuidades.
- Colisiones en vuelo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

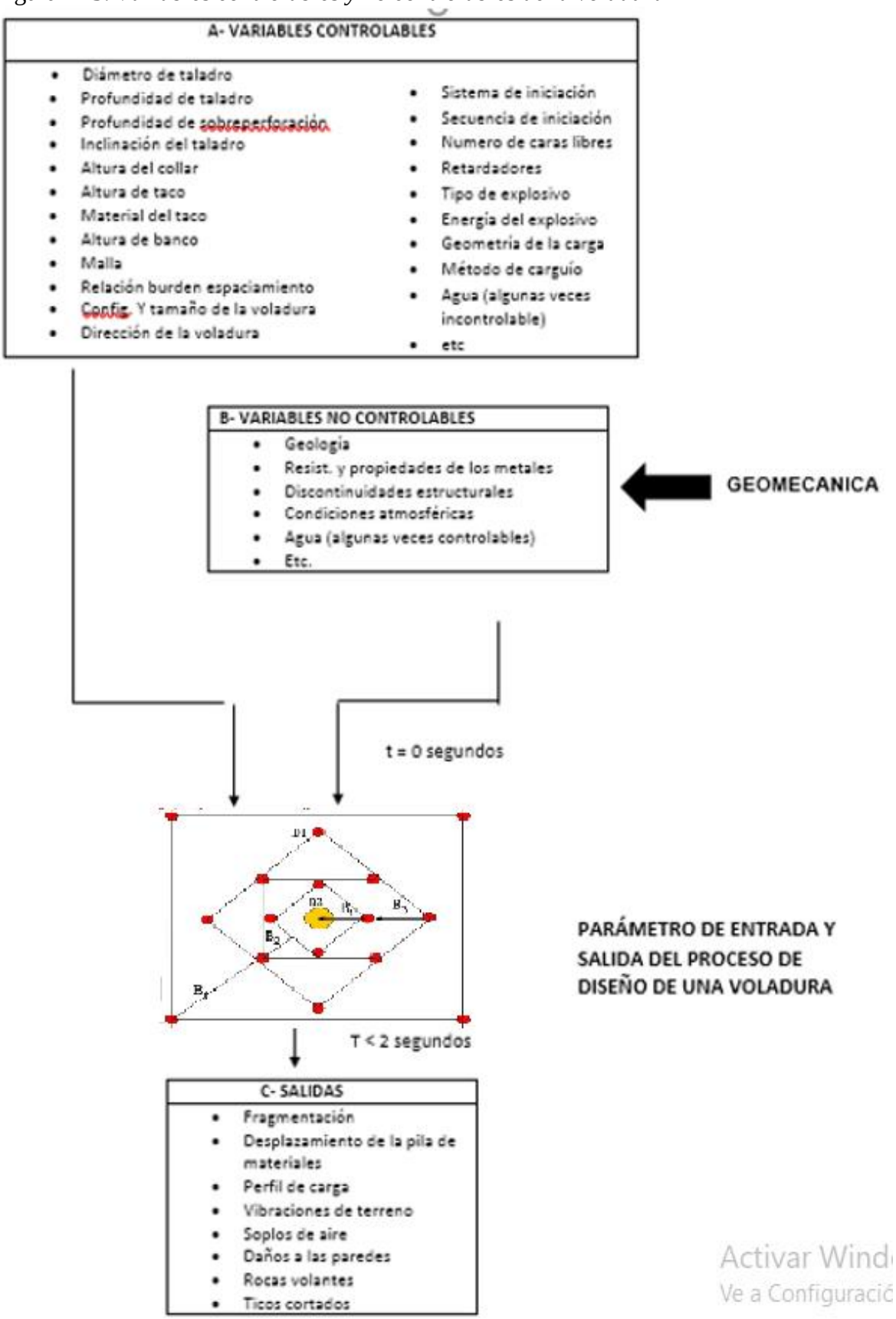
Debido a la existencia de muchas escuelas respecto a la teoría de la voladura, se debe estar preparado para investigar no solamente las teorías sino también todas las variables campo que ingresan (input) que son inherentes en cualquier diseño de la voladura, para que la teoría tenga un significado práctico. Dando la naturaleza diversa de las condiciones de campo encontradas y el número abrumador de las variables del diseño de voladura a elegir, los resultados de la voladura no siempre podrían ser fácilmente predecibles tal como se muestra en la figura 1. Donde una teoría es satisfactoria en un medio ambiente o una aplicación específica, podría ser no predecible en otra. (Ames, 2008, p. 35).

2.1.2.5. Reducción

La palabra reducción es aplicada para definir la acción, ejecución y efecto de reducir, el cual refiere a la disminución de algo que anteriormente era de gran medida, por ejemplo: “reducción de colas en el banco”, “reducción del valor de impuestos”, “reducción del costo en el pasaje popular”, “reducción de la cantidad de comida cuando se está en dieta”, etc. Todo lo que implique disminuir la medida de un factor que se encuentra presente en el día a día de cada individuo, debido a que su conceptualización es sumamente grande esta terminología puede ser aplicado en diferentes situaciones que tenga la persona diariamente con gran frecuencia; este término también aplica para describir la acción de llevar un objeto evolucionado a su estado original. (conceptodefinición.de). (Ver Figura N°2)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Figura N°3. *Variables controlables y no controlables de la voladura*



Fuente: Víctor Alejandro Ames Lara, 2008.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.1.2.6. Costos

- **Conceptos Básicos. -** Para hablar de costos tenemos que tener claro los conceptos básicos, las diferencias entre gastos, costos, precios, precios unitarios, cotización, utilidad, presupuesto y riesgo.

- **Gasto. -** Es todo el flujo de efectivo que se refleja en la caja de la empresa para el pago de salarios, servicios, compra de insumos, etcétera.

- **Costo. -** Es el gasto económico generado por la producción de algún bien, o la oferta de algún servicio, el cual supone una ganancia.

- **Precio. -** Es el monto del producto del servicio proporcionado por la empresa. Se establece de acuerdo con el comportamiento del mercado y debe cumplir con las expectativas tanto de la empresa especializada como las del cliente

- **Precios Unitarios. -** Son aquéllos que conoce el cliente y deben contener los conceptos de costos, riesgos y utilidad. Englobados, deberán ser iguales al precio establecido por el órgano de gobierno de la organización

- **Utilidad. -** Es la diferencia entre el costo de la empresa especializada y el precio establecido al cliente. Se maneja en cantidades absolutas o en porcentajes.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Cotización. -** Es el documento con el cual el proveedor o el contratista oficializan el detalle del servicio, material u obra, así como el precio, condiciones de pago y tiempo de entrega.

- **Presupuesto. -** Son los gastos de la empresa especializada en cuanto a las necesidades propias y a los servicios prestados al cliente. Estos pueden ser proyectos de inversión, ordenados y calendarizados de acuerdo con los lineamientos emitidos por la misma empresa especializada, y las dependencias gubernamentales normativas y a las que el cliente requiera informar.

- **Riesgo. -** En el presente estudio, el riesgo se define como el costo de uno o varios eventos no programados que actúan en contra de los intereses de la empresa especializada. Éstos pueden ser desde déficits de tiempo hasta siniestros de gran magnitud con pérdidas humanas. Si los riesgos son del conocimiento de la empresa especializada de acuerdo con las características de la intervención que se va a ejecutar, deberán ser calculados y considerados tanto en la cotización como en los programas operativos; sin embargo, existen riesgos internos imponderables que afectan los resultados de la empresa. Por esta razón, deberán calcularse e incluirse en el programa operativo y en el costo.

- **Tipo de Costos. -** Los costos de dividen en Costos Fijos y Costos Variables.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Costos Fijos. -** Son aquellos costos que se debe afrontar independientemente de la cantidad de obra que esté efectuando. Básicamente son:
  - ✓ Costo de Administración.
  - ✓ Costo Financiero.
  - ✓ Amortizaciones y Depreciaciones
  - ✓ Impuestos.
  - ✓ Mano de Obra Indirecta.
- **Costos Variables. -** Son los costos que varían de acuerdo con la cantidad de obra generada. Los principales conceptos son:
  - ✓ Mano de Obra Directa.
  - ✓ Materiales e Insumos (Explosivos, Neumáticos, Energía, etc.)
  - ✓ Transporte. (Correa, 2016).

2.1.3. Definición de Términos.

- **Explosivos:** Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas y presión ocasionando efectos destructivos. (Berrospi, 2019).
- **Fulminante común:** Es una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en un extremo, en cuyo interior lleva una determinada cantidad de explosivo primario muy sensible a la chispa de la mecha de seguridad y otro, secundario, de alto poder explosivo. (Berrospi, 2019).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Voladura de rocas:** La voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento. El primero se refiere al tamaño de los fragmentos producidos, a su distribución y porcentajes por tamaños, mientras que el segundo se refiere al movimiento de la masa de roca triturada. (Berrospi, 2019).

- **Voladura controlada:** El objetivo de la voladura controlada es evitar el rompimiento de la roca fuera de límites previamente establecidos, es decir evitar la sobre rotura (overbreak). Es un método especial que permite obtener superficies de corte lisas y bien definidas, al mismo tiempo que evita el agrietamiento excesivo de la roca remanente, con lo que contribuye a mejorar su estabilidad, aspecto muy importante en trabajos subterráneos de orden permanente, para prevención de desplome de techos y otros riesgos, y en superficie para la estabilidad de taludes en cortes de laderas. Consiste en distribuir linealmente la carga explosiva de baja energía y ubicarlos en taladros muy cercanos entre sí, posteriormente se disparan simultáneamente al final de la secuencia de la voladura. (Berrospi, 2019).

- **Emulsiones:** Son explosivos introducidos en los años 70´s. Son el resultado de emulsionar substancias inmiscibles, como nitrato de amonio diluido en agua y algún ácido graso, El resultado son pequeñas gotas de nitrato de amonio diluido rodeadas por el ácido graso. Se sensibilizan con el aire, el cual puede proporcionarse por medio de

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

pequeñas esferas huecas o bien con una reacción química obtenida al momento de producir explosivo. Son resistentes al agua y presentan algunos problemas en su manejo debido a su consistencia. Se utilizan carga de fondo o cuando se tienen problemas de agua en los barrenos y al igual que los hidrogeles pierden energía al momento de detonar por el mal acoplamiento con los barrenos cuando las emulsiones son encartuchadas. (Berrospi, 2019).

- **Emulnor:** Es una emulsión explosiva encartuchada en una envoltura plástica que posee propiedades de seguridad, potencia, resistencia al agua y buena calidad de los gases de voladura. Su uso está orientado a cualquier tipo de trabajo, en explotaciones y desarrollos mineros, en obras de ingeniería civil, en canteras, en taladros secos, húmedos e inundados, con una modalidad de aplicación similar a las dinamitas convencionales, pudiendo trabajar como columna explosiva o como "cebos" de iniciación de columnas de nitro-carbonitratos. (Berrospi, 2019).

- **Cordón NP-80:** Es una emulsión explosiva de bajo poder rompedor, especialmente diseñado para trabajos de voladura controlada, contorno, túneles, talud de canteras, carreteras, etc. donde es necesario obtener perfiles de roca estables sin sobre excavación. Costos operativos o de producción mina. Los costos de operación se definen como aquellos generados en forma continua durante el funcionamiento de una operación minera y están directamente ligados a la producción, pudiéndose categorizarse en costos directos e indirectos. (Berrospi, 2019).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Explotación:** El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de minerales de un yacimiento mineral, aplicando técnicas y procedimientos de la forma económica más eficiente a través de la mecanización. (Berrospi, 2019).
- **Banco:** Es la parte de cualquier mina subterránea o a cielo abierto donde se va a efectuar trabajos de excavación. (Berrospi, 2019).
- **Banco de mineral:** Término usado en minería para definir rocas de diferente tamaño. (Berrospi, 2019).
- **Broca:** Extremidad cortante de un taladro, generalmente hecha de un material muy duro, como diamante industrial o carburo de tungsteno. (Berrospi, 2019).
- **Burden:** "Distancia más corta al punto de alivio al momento que un taladro detona, considerando al alivio como la cara original del banco o bien como una cara interna creada por una hilera de taladros que han sido previamente disparados" (Konya). Es la distancia entre un taladro cargado con explosivos a la cara libre de una malla de perforación. El burden depende básicamente del diámetro de perforación, de las propiedades de la roca y las características del explosivo a emplear. (Berrospi, 2019).
- **Chimenea:** Abertura vertical o inclinada construida por el sistema convencional y/o por el mecanizado. (Berrospi, 2019).
- **Espaciamiento:** Es la distancia entre taladros cargados con explosivos de una misma fila o de una misma área de influencia en una malla de perforación. (Berrospi, 2019).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Gases:** Fluidos sin forma emitidos por los equipos diésel, explosivos y fuentes naturales, que ocupan cualquier espacio que esté disponible para ello. (Berrospi, 2019).
- **Geomecánica:** Se ocupa del estudio teórico y práctico de las propiedades y comportamientos mecánicos de los materiales rocosos. Básicamente este comportamiento geomecánico depende de los siguientes factores: Resistencia de la roca, grado de fracturación del macizo rocoso y la resistencia de las discontinuidades. (Berrospi, 2019).
- **Labores permanentes:** Son aquellas labores mineras que serán de larga duración o duración permanente durante la vida de la mina, y en las que se requieren aplicar el sostenimiento adecuado que garantice un alto factor de seguridad, pues en estas labores se tendrá un tránsito constantemente de personas y equipos y la construcción de diversas instalaciones. (Berrospi, 2019).
- **Matriz rocosa:** Es el material rocoso exento de discontinuidades o bloques de roca intacta. (Berrospi, 2019).
- **Mecha lenta:** Es un accesorio para voladura que posee capas de diferentes materiales que cubren el reguero de pólvora. (Berrospi, 2019).
- **Mecha rápida:** Es un accesorio (cordón) que contiene dos alambres, uno de fierro y el otro de cobre; uno de los cuales está envuelto en toda su longitud por una masa pirotécnica especial, y ambos a la vez están cubiertos por un plástico impermeable. (Berrospi, 2019).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Nivel:** Galerías horizontales de un frente de trabajo existente en una mina; es usual trabajar las minas desde un pozo, estableciendo niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación de 50 metros o más. (Berrospi, 2019).
- **Perforación en breasting:** Perforación horizontal de producción con la cara libre en la parte inferior de la malla de perforación. (Berrospi, 2019).
- **Proceso de voladura:** Es un conjunto de tareas que comprende: el traslado del explosivo y accesorios de los polvorines al lugar del disparo, las disposiciones preventivas antes del carguío, 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. (Berrospi, 2019).
- **Roca:** Cualquier combinación natural de minerales, las rocas forman parte de la corteza terrestre. (Berrospi, 2019).
- **Smooth blasting:** Es un tipo de voladura de contorno o voladura suave, en el caso de túneles también se le conoce como voladura periférica. (Berrospi, 2019).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Planteamiento y formulación del problema

De la evaluación realizada por mi persona en la mina Cory Collur se tiene un diseño de la malla de perforación y voladura el cual puede ser mejorado para tener una voladura optima reformando el avance lineal y la sección trasversal de la labor, se emplean en la actualidad 37 taladros de los cuales tres son taladros vacíos, en el tipo de roca dura, el costo de la voladura es significativa esto puede ser optimizado con el diseño de la nueva malla de perforación y voladura de rocas para lograr un disparo eficiente de taco a taco cuidando la perforación que sea la de los 6 pies, el paralelismo, respetando la malla para no generar sobre rotura, también se ha notado el mal uso de los barrenos, por lo que es necesario trabajar con los recursos en el frente de trabajo adecuados, muchas veces no hay presión de aire suficiente, falta de presión de agua etc. Lo que hace que la perforación tenga muchas fallas lo que trae como consecuencia una mala voladura.

3.1.1 El Problema

La necesidad de cumplir con la cuota de tonelaje programado para llevar a la planta de tratamiento en el mes. En el día a día se presentan muchos problemas producto de una deficiente voladura. El departamento de ingeniería mina presenta frecuentemente propuestas de mejora continua para lograr eficiencias encima del 95% de las operaciones unitarias de perforación y voladura de rocas, en la mina Cory Collur la malla de perforación se diseña actualmente con 37 taladros de los cuales tres no están cargados, la sección

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

es de 3 metros de ancho por 2.5 de alto y el tipo de roca está catalogada como dura.

3.1.2 Descripción de la realidad

En la mina Cory Collur durante los primeros meses del año 2021, las actividades unitarias de perforación y voladora en todas los días presentan problemas de voladura con uno o dos tiros, fallados, existe sobre rotura y la presencia de fragmentos muy grandes de roca o mineral que necesita voladura segundaria, no se cumple con la malla de perforación lo que hace que el proceso de voladura sea muy cara y muy convencional, lo justifica una optimización de estas actividades unitarias para reducir costos operacionales en la mina.

3.1.3 Identificación y selección del problema

En la mina Cory Collur para el primer trimestre del año 2021se necesita de la optimización de los estándares de perforación y voladura para la reducción de costos de las operaciones en la mina.

3.1.4 Formulación del Problema

Formulación del problema General:

¿En qué medida la optimización de los estándares de perforación y voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?

Formulación de los problemas específicos:

a. ¿En qué medida la optimización de los estándares de perforación reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

b. ¿En qué medida la optimización de los estándares de voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?

c. ¿Cuál es el costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021?

3.1.5 Objetivos de la investigación

3.1.5.1. Objetivo General

Optimizar los estándares de perforación y voladura para reducir los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021.

3.1.5.2. Objetivos Específicos

a. Realizar la optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur – 2021.

b. Realizar la optimización de los estándares de voladura en la mina Cory Collur – 2021.

c. Determinar cuál es el costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021.

3.1.6 Justificación e importancia

Se justifica porque con el rediseño de los parámetros estandarizaremos la perforación y voladura en base al cálculo de los parámetros intervinientes, mejoraremos la perforación con el control del paralelismo de los taladros, se calcula el factor de carga, el factor de potencia, cálculo de factor de avance, cálculo de factor de sobre excavación de esta manera se mejora los rendimientos de perforación y voladura y consecuentemente traerá la reducción de costos operativos los cuales maximizarán las utilidades mineras,

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

es importante porque se logara extraer mayor cantidad de mineral y se cuidara la seguridad de las labores mineras teniendo secciones uniformes y estables.

3.1.7 Alcances

El presente trabajo de investigación tendrá un alcance las actividades unitarias de perforación y voladura en la mina Cory Collur, para el año 2021.

3.1.8 Limitaciones

Una limitación es la poca información por ser una mina nueva.

3.1.9 Delimitación

Delimitación espacial. - La mina Cory Collur se ubica políticamente en el paraje Cochajircan, distrito de Acas, provincia de Ocros y departamento de Ancash.

Delimitación temporal. - El periodo en el cual se realizará la investigación comprende los meses de enero a junio del año 2021.

Delimitación social. - Se encuentra dirigido al perforista y sus ayudantes.

3.2. Hipótesis

Hipótesis General

La optimización de los estándares de perforación y voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021.

Hipótesis Nula

La **NO** optimización de los estándares de perforación y voladura **NO** reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021.

Hipótesis Específicas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1. Se realiza la optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur – 2021.

2. Se realiza la optimización de los estándares de voladura en la mina Cory Collur – 2021.

3. Se determina cuál es el costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021.

3.3. Variables

Variable Independiente (x):

Optimización de los estándares de perforación y voladura.

Variable dependiente (y):

Reducción de costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021.

3.3.1. Operacionalización de variables. (Ver Tabla N°4)

Tabla N°4. *Operacionalización de variables.*

Nombre de la variable	Dimensiones	Indicadores
VI: Optimización de los estándares de perforación y voladura.	Perforación	• Cálculo de factor de avance. • Cálculo de factor de sobre excavación. • Control en la perforación, (Paralelismo, longitud).
	Voladura (Diseño de carga)	• Factor de carga • Factor de potencia
	Eficiencias en la voladura	• Rendimientos
	Mejora continua	• Definir estándares y procedimientos de perforación y voladura de rocas
VD Reducción de costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021	Costos de perforación.	• Metros perforados
	Costos de voladura.	• Tonelaje obtenido después de la voladura

Fuente: Adaptación de Berrospi, 2019.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.4. Diseño de la investigación

3.4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva, porque los estudios descriptivos miden de mejor manera los conceptos o variables con los que tienen que ver. Aunque, desde luego, pueden integrar las mediciones de cada una de dichas variables para decir cómo es y se manifiesta el fenómeno de interés, su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas. (Hernández, Fernández y Baptista, 1997).

3.4.2. Nivel de la investigación

La investigación que se ha de desarrollar es de nivel Descriptivo Cuantitativo.

3.4.3. Método

Se aplica la investigación científica. El método científico es referirse a la ciencia (básica y aplicada) como un conjunto de pensamientos universales y necesarios, y que en función de esto surgen algunas cualidades importantes, como la que está constituida por leyes universales que conforman un conocimiento sistemático de la realidad. Y es así que el método científico procura una adecuada elaboración de esos pensamientos universales y necesarios. (Ruiz, R., 1997).

3.4.4. Diseño de la investigación

El tipo de diseño no experimental: Hernández, Fernández y Baptista, 1997, describen este tipo de investigación no se manipula ni se realiza al azar, se realiza sin manipular variables, este estudio no crea alguna situación. Y se clasifica en transversales: Son los que se encargan de recolectar datos en un

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

momento único, describe variables en ese mismo momento o en un momento dado. Estos a su vez se clasifican en: exploratorios, descriptivos y correccionales o causales.

3.4.5. Población y muestra

Población

La población o universo de investigación está conformado por todas las mallas de perforación y voladura empleadas en la mina Cory Collur en los meses de enero a junio del año 2021.

Muestra

Estará compuesta por 10 voladuras.

3.4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

- ✓ Los instrumentos usados en la presente investigación fueron los informes y reportes, los datos bibliográficos y cuadros de resumen y estadísticos.
- ✓ Los instrumentos usados en la presente investigación serán datos de campo (in situ), comparaciones estadísticas de rendimientos y el análisis de costos de perforación y voladura. (Gonzales, 2019).

3.4.7. Procedimientos

Los procedimientos de investigación de datos estuvieron en función al cronograma establecido del proyecto de tesis.

Se hizo a través de dos personas, la tesista y un asistente.

- ✓ El tiempo duró 6 meses aproximadamente.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- ✓ El medio fue la observación y la revisión de los reportes.

Para recopilar los datos tendremos en cuenta registros en papel, hoja electrónica en Excel y el empleo del procesador de textos.

Los procedimientos de investigación de datos estarán en función al ciclo de minado, primero se tomarán datos de tiempo de desatado de rocas sueltas. (Gonzales, 2019).

3.4.8. Material de investigación

Se utilizará los diferentes programas de minería para realizar los siguientes cálculos:

- ✓ Microsoft Office.
- ✓ Autocad Civil 3d.

Se codificó los datos y se clasificaron en forma manual y en forma electrónica. (Gonzales, 2019).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de la realidad y procesamiento de datos.

La necesidad de optimizar los estándares de perforación y voladura para la reducción de costos de las operaciones en la mina Cory Collur, en el año 2021, nace de la simple lógica de que la empresa tiene que minimizar los costos operativos de la mano con los estándares y pets que garanticen la seguridad de nuestros trabajadores. (Ver Anexo N°2). Del diagnóstico situacional en los primeros meses del año 2021 donde se observa una serie de deficiencias como: la existencia de tacos de perforación deficientes, no existe un buen avance lineal, consumo excesivo de explosivos y una mala administración de los mismos, este problema operativo de mina se origina porque no existe una buena supervisión de parte del ingeniero jefe de guardia quien firma los vales del perforista sin analizarlo, la malla de perforación no se pinta en el frente y no se tiene un diseño de la malla de perforación, se emplea un diseño muy empírico que lo realiza el perforista, lo que en la práctica hace que no se obtenga el volumen de mineral requerido ni con la granulometría deseada. Lo que se traduce en altos costo operativo de la perforación y voladura lo que está justificando que se realice la estandarización de estas operaciones unitarias la que traerá consigo la minimización de costos operativos teniendo en cuenta el tipo de roca y con una adecuada distribución de los taladros y las cantidades de explosivo dentro de ellas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2. Optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur

4.2.1. Geometría del yacimiento

Para realizar la optimización primero debemos de determinar los parámetros y características principales de la mina Cory Collur. (Ver Tabla N°5).

Tabla N° 5. *Características geométricas del yacimiento.*

• Buzamiento	60° SW
• Rumbo	S 28° W
• Potencia de veta (m)	1.80
• Longitud del yacimiento (m)	300
• Altura del yacimiento (m)	290
• Profundidad desde la superficie (m)	260

Fuente: Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019.

4.2.2. Geología del yacimiento.

Se tiene las leyes de mineral y características de la veta. (Ver Tabla N°6).

Tabla N° 6. *Leyes de mineral.*

• Ley de cobre	4.36 %
• Ley de plata	6.7 gr/tm
• Ley de oro	1.10 gr/tm

Fuente: Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019.

Además, de acuerdo a los estudios realizados por la J. S. Redpath Ltd, las recuperaciones en minas metálicas explotadas subterráneamente para los métodos de Corte y Relleno se muestran en la Tabla Nº7

Tabla N°7. *Recuperaciones mineras según J. S. REDPATH. LTD.*

• Método de Explotación	Recuperación Minera
• Corte y Relleno	94,0%

Fuente: Redpath Contratistas Mineros e Ingenieros, Citado por Javier Nuñez, 2019.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2.3. Geomecánica del yacimiento. (Ver tabla N°8)

Tabla N° 8. *Características geomecánicas del yacimiento.*

Características geomecánicas del mineral	
• Peso específico (t/m^3)	2.70
• Porosidad (%)	6 a 8
Resistencia a la compresión simple (kPa/cm^2)	
• Valores medios	3 000 – 3 500
• Rango de valores	2 000 – 9 000
• Resistencia a la tracción (kPa/cm^2)	120
• Rock Mass Rating	22 - 35
Características Geomecánicas De La Caja Techo	
• Peso específico (t/m^3)	2,6
• Porosidad (%)	6 a 8
Resistencia a la compresión simple (kPa/cm^2)	
• Valores medios	3 000 – 3 100
• Rango de valores	2 000 – 4 000
• Resistencia a la tracción (kPa/cm^2)	110
• Rock Mass Rating	42 - 48
Características Geomecánicas De La Caja Piso	
• Peso específico (t/m^3)	2,6
• Porosidad (%)	6 a 6
Resistencia a la compresión simple (kPa/cm^2)	
• Valores medios	2 000 – 3 000
• Rango de valores	2 000 – 4 000
• Resistencia a la tracción (kPa/cm^2)	100
• Rock Mass Rating	40 - 44

Fuente: Departamento de geología, 2016, Citado por Javier Nuñez, 2019.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2.4. Diseño de la malla de perforación y voladura de rocas. (Ver tablas N°9, 10, Fig. N°4 y 5)

Tabla N° 9. *Diseño de la malla de perforación mina Cory Collur* ***antes*** *de la optimización, Sección 3 x 2.5 m.*

GALERIA						
Ancho		3.00 m	Barrenos		6 pies	
Alto		2.50 m	Dureza Roca	**Dura**		
Avance		1.48 m	**Nº Talad.**	**37**		
Vol. Roto		11.99 m^3	Dens."insitu"		3.1 Tm/m^3	
Cond.Roca		Masiva	Fact Potenc		3.22 $Kg.expl/m^3$	
Ef. Volad.		0.90	Ef. Perforac.		0.90	
1.00	Nº Cartuchos	**34**				
0.93	Kg ANFO	34.9				
Diámetro del Taladro		38 mm		1 ½ Pulg de diám		
Diámetro del explosivo		28.5 mm		1 1/8 Pulg de diám		
Densidad del explosivo 1 =>		1.15	gr/cm^3	Densidad del explosivo 2 =>		0.82
Fact Pot. Calc.		3.22 $Kg.expl/m^3$	1.04 Kg.expl/Ton rota			
Ef. Voladura	0.90	Carga/tal==>		1.14 Kg.explo/tal		
Ef. Perforac.	0.90					
Fact. Geométrico	1.08	Explosivo 1==>	**Emulnor 3000**	Explosivo 2=>	**Nitrosen 100 ANFO**	
Perimetro		9.4 m				
Sección		8.10 m^2				
MATERIALES POR VOLADURA:						
Fanel 1/2 s		34	Pzas			
Explosivo 1=>	Emulnor 3000	34	Cartuchos	1 1/8	Pulg. de diám	
Explosivo 2=>	Nitrosen 100 ANFO	34.9	Kg			
Pentacord 3P		11	m			
Guía		2	Pzas	7	Pies c/u	
Kg explos Total	**38.59**	Kg.explos				
Kg. Emulsión / m	**2.53**	Kg / m				
Kg ANFO / m	**23.54**	Kg /m				
Kg / m	**26.07**	Kg / m				

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

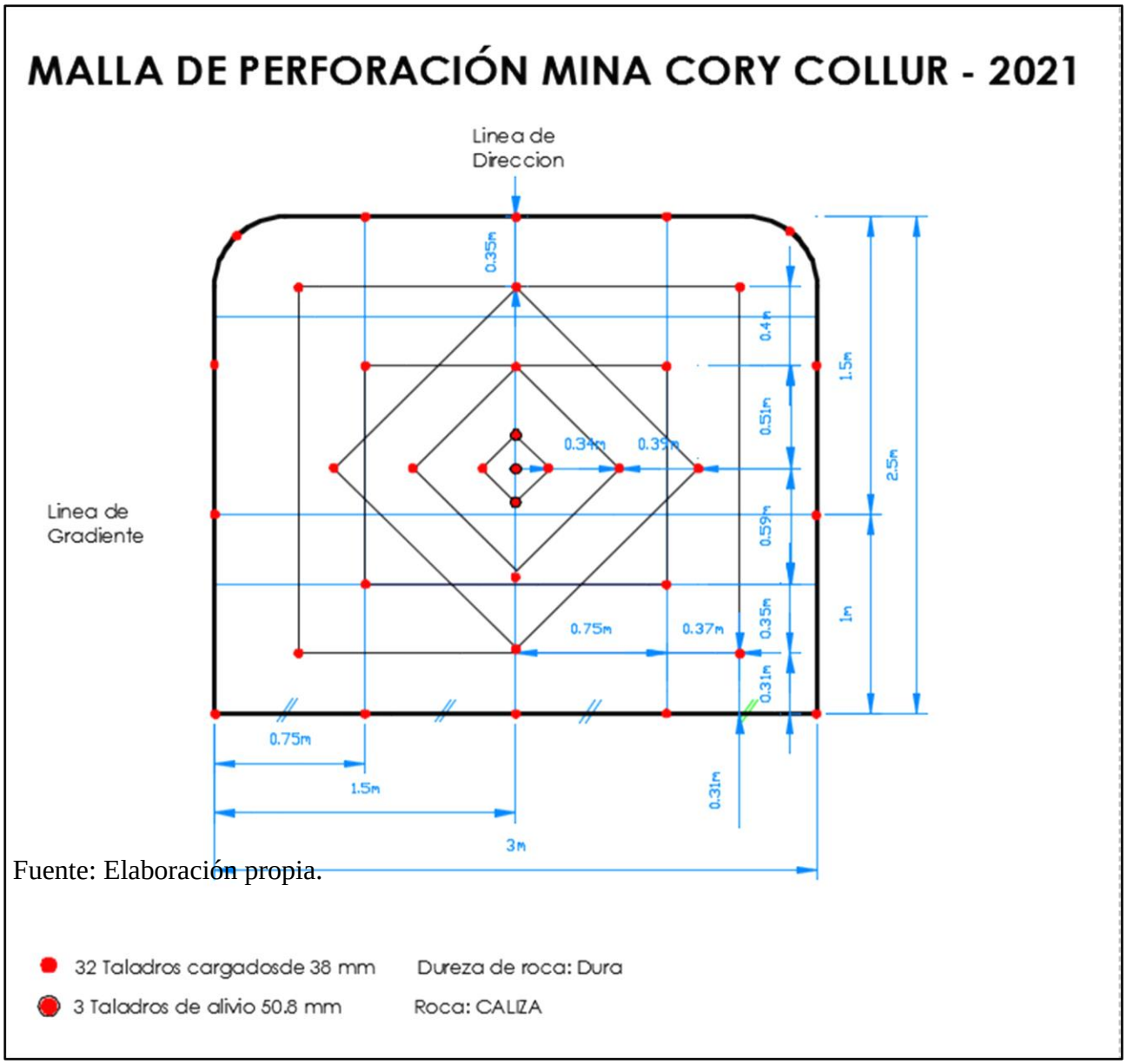
Tabla N°10. *Diseño de la malla de perforación mina Cory Collur* ***después*** *de la optimización, Sección 3 x 2.5 m.*

GALERIA					
Ancho	3.00	m	Barrenos	6	pies
Alto	2.50	m	Dureza Roca	**Dura**	
Avance	1.48	m	**Nº Talad.**	**35**	
Vol. Roto	10.55	m^3	Dens."insitu"	2.9	Tm/m3
Cond.Roca	Masiva		Fact Potenc	3.44	Kg.expl/m^3
Ef. Volad.	0.90		Ef. Perforac.	0.90	
			Taladros s/c	3	
1.00	Nº Cartuchos	**32**			
0.93	Kg ANFO	32.8			
Diámetro del Taladro		38	mm	1 1/2	Pulg de diám
Diámetro del explosivo		28 1/2	mm	1 1/8	Pulg de diám
Densidad del explosivo 1 =>		1.15	Gr/cc	Densidad del explosivo 2 =>	
Fact Pot. Calc.	3.44	Kg.expl/m^3	1.19	Kg.expl/Ton rota	
Ef. Voladura	0.90	Carga/tal==>	1.14	Kgs explo/tal	
Ef. Perforac.	0.90				
Fact Geométr	0.95	Explosivo 1==>	**Emulnor 3000**	Explosivo 2=>	**Nitrosen 100 ANFO**
Perímetro	9.4	m			
Sección	7.13	m^2			
MATERIALES POR VOLADURA:					
Fanel 1/2 seg		32	Pzas		
Explosivo 1=>	Emulnor 3000	32	Cartuchos	1 1/8	Pulg de diám
Explosivo 2=>	Nitrosen 100 ANFO	32.8	Kgs		
Pentacord 3P		11	m		
Guía		2	Pzas	7	Pies c/u
Kg explos Total	**36.32**	Kg.explos			
Kg Emulsión / m	**2.38**	Kg / m			
Kg ANFO /m	**22.16**	Kg / m			
Kg / m	**24.54**	Kg / m			

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

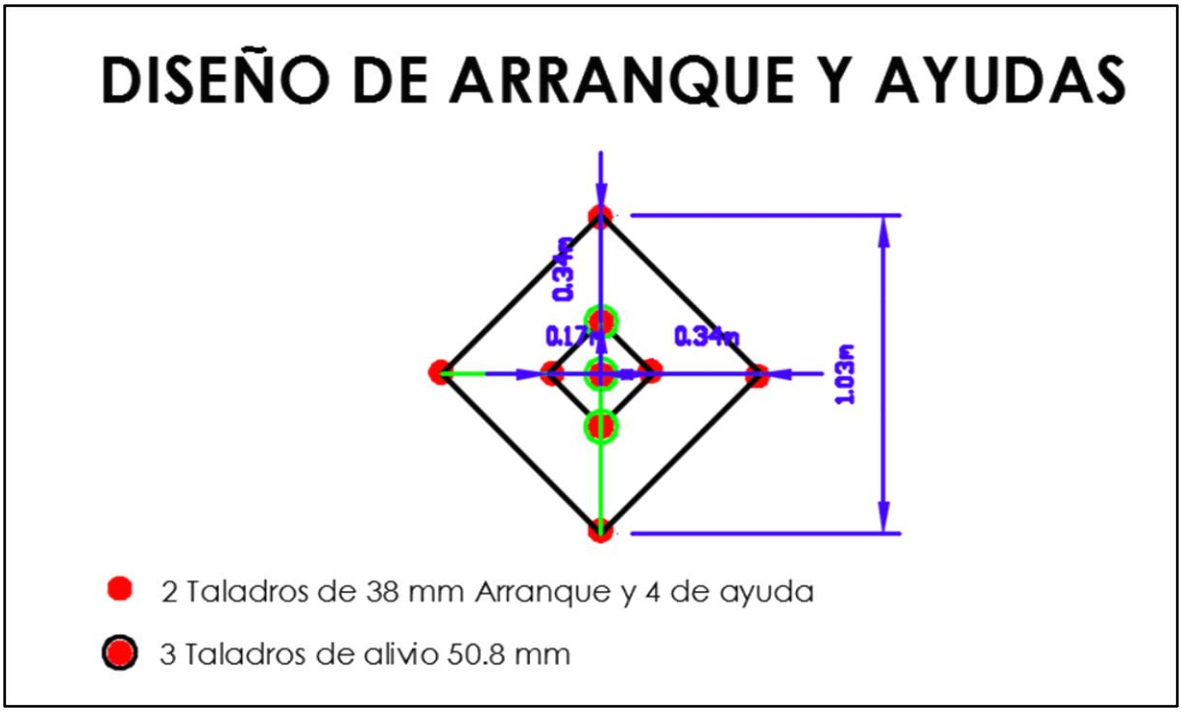
Figura N°4. *Diseño de la malla de perforación optimizada, mina Cory Collur.*



Fuente: Elaboración propia.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Figura N°5. Diseño de arranque y ayudas.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur

(Ver tablas N°11-18)

Costos Totales de la perforación y voladura mensual **antes** de la optimización.

Tabla N°11. *Costo de la mano de obra mensual de perforación y voladura de rocas mina Cory Collur Antes de la optimización, Sección 3 x 2.5 m.*

Mano de obra	Nº de Trabajadores	Jornal S/C/U - (S/.)	Tipó de cambio US$	Total, por disparo US$
Perforista	1	S/. 120.00		
Ayudante	1	S/. 95.00		
Limpieza por disparo	2	S/. 90.00		
Carrero	2	S/. 90.00		
Camchero				
Capataz	1	S/. 150.00		
Total costo de disparo	7	S/. 545.00	**S/. 4.12**	**132.28**
Tipo de cambio al 06/10/2021				

Fuente: Elaboración propia.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla N°12. *Costo de voladura de rocas* ***antes*** *de la optimización, sección 3 x 2.5 m.*

TIPO	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIO UNITARIO US$	PRECIO POR DISPARO US$	TIPO DE CAMBIO US$	SUB TOTAL X DISPARO
Fanel 1/2 seg	34.00	Pzas	1.42	48.28	S/. 4.12	**S/. 198.91**
Emulnor 3000	34.00	Cartuchos	2.8	95.20	S/. 4.12	**S/. 392.22**
Nitrosen 100 ANFO	34.86	Kgs	1.79	62.41	S/. 4.12	**S/. 257.11**
Pentacord 3P	26.07	Mts	0.82	21.38	S/. 4.12	**S/. 88.07**
Guia	4.27	Mts	0.35	1.49	S/. 4.12	**S/. 6.15**
Total por disparo				**228.76**		**S/. 942.47**

COSTOS DE ALQUILER DE COMPRENSORA

DESCRPCION	POR MES	HRS TRAB. POR DIA	HRS TRAJAS X MES	TIPODE CAMBIO $	TOTAL POR DISP US$
Alquiler de comprensora inc mang.lubric peroforad	$1500.00	6 hrs aprx	150 hrs	**S/. 4.12**	**50**

COSTOS POR INSUMO

DESCRIPCION	HRS TRAB	CONSU. X DISP	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.	TIPO DE CAMB $	TOTAL US$
Combustible	3HRS	6 GLNS	21.9	131.4	**S/. 4.12**	**31.89**
Aceite para comprensora		¼ gln	118.85	29.7125	**S/. 4.12**	**7.21**
Perforadora		80	0			
Reparación - reposición	Pies	80	0			
Barreno de 4” y 6 p”	juego	125 x 6 x disps	280	280	**S/. 4.12**	**67.96**
Manguera de ½” diam	Mts					
Manguera de 1” diam	Mts					

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Aceite para perforación	Glns					
Afiladora de barreno	Disp					
Piedra esmeril	Afilado					
Implemento de seguridad						
Herramientas						
Y otros insumos						**15.00**
Costo total x disp						**122.07**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°13. *Costo de implemento de seguridad y alimentación.*

DESCRIPCION	COSTO TOTAL x MES S/.	METROS PERFORADOS POR MES	COSTO PROMMETRO LINEAL S/.	TIPO DE CAMBIO $	PRECIO TOTAL POR DISPARO US$
Imple. Seguridad	1,800.00	45	40.00	S/. 4.12	9.71
Bioseguridad	3,000.00	45	66.67	S/. 4.12	16.18
Requer. Comedor	2,200.00	45	48.89	S/. 4.12	11.87
TOTAL	**7,000.00**		**155.56**		**37.76**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14. *Costo total de la perforación y voladura de rocas* ***antes*** *de la Optimización.*

DESCRIPCION	PRECIO POR DISPARO US$	PRECIO POR DISPARO S/.
COSTO DE MANO DE OBRA	132.28	S/. 545.00
COSTO DE EXPLOSIVOS	228.76	S/. 942.47
COSTOS DE ALQUILER DE COMPRENSORA	50	S/. 206.00
COSTOS POR INSUMO	122.07	S/. 502.91
COSTO POR IMPLEMENTO DE SEGURIDAD Y ALIMENTACION	37.76	S/. 155.56
COSTO TOTAL	**570.86**	**S/. 2,351.94**

Fuente: Elaboración propia.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Costos Totales de la perforación y voladura mensual **después** de la optimización.

Tabla N°15. *Costo de la mano de obra mensual de perforación y voladura de rocas mina Cory Collur Después de la optimización, Sección 3 x 2.5 m.*

Mano de obra	**Nº de Trabajadores**	**Jornal S/C/U - (S/.)**	**Tipó de cambio US$**	**Total, por disparo US$**
Perforista	1	S/. 120.00		
Ayudante	1	S/. 95.00		
Limpieza por disparo	2	S/. 90.00		
Carrero	2	S/. 90.00		
Camchero				
Capataz	1	S/. 150.00		
Total, costo de disparo	7	S/. 545.00	**S/. 4.12**	**132.28**

Tipo de cambio al 06/10/2021

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°16. *Costo de voladura de rocas **después** de la optimización, Sección 3 x 2.5 m.*

TIPO	**CANTIDAD**	**UNIDADES**	**PRECIO UNITARIO US$**	**PRECIO POR DISPARO US$**	**TIPO DE CAMBIO US$**	**SUB TOTAL X DISPARO**
Fanel 1/2 seg	32.00	Pzas	1.42	45.44	S/. 4.12	**S/. 187.21**
Emulnor 3000	32.00	Cartuchos	2.8	89.60	S/. 4.12	**S/. 369.15**
Nitrosen 100 ANFO	32.81	Kgs	1.79	58.73	S/. 4.12	**S/. 241.99**
Pentacord 3P	24.54	Mts	0.82	20.12	S/. 4.12	**S/. 82.89**
Guia	4.27	Mts	0.35	1.49	S/. 4.12	**S/. 6.15**
Total por disparo				**215.39**	**3.15**	**S/. 887.40**

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

COSTOS DE ALQUILER DE COMPRESORA

DESCRPCION	POR MES	HRS TRAB. POR DIA	HRS TRAJAS X MES	TIPODE CAMBIO $	TOTAL, POR DISP US$
Alquiler de comprensora inc mang.lubric peroforad	$1500.00	6 hrs aprx	150 hrs	**S/. 4.12**	**50**

COSTOS POR INSUMO

DESCRIPCION	HRS TRAB	CONSU. X DISP	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.	TIPO DE CAMB $	TOTAL, US$
Combustible	3HRS	6 GLNS	21.9	131.4	**S/. 4.12**	**31.89**
Aceite para comprensora		¼ gln	118.85	29.7125	**S/. 4.12**	**7.21**
Perforadora		80	0			
Reparación - reposición	Pies	80	0			
Barreno de 4” y 6 p”	juego	125 x 6 x disps	280	280	**S/. 4.12**	**67.96**
Manguera de ½” diam	Mts					
Manguera de 1” diam	Mts					
Aceite para perforación	Glns					
Afiladora de barreno	Disp					
Piedra esmeril	Afilado					
Implemento de seguridad						
Herramientas						
Y otros insumos						**15.00**
Costo total x disp						**122.07**

Fuente: Elaboración propia.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla N°17. *Costo de implemento de seguridad y alimentación.*

DESCRIPCION	COSTO TOTAL x MES S/.	METROS PERFORADOS POR MES	COSTO PROMMETRO LINEAL S/.	TIPO DE CAMBIO $	PRECIO TOTAL POR DISPARO US$
Imple. Seguridad	1,800.00	45	40.00	S/. 4.12	9.71
Bioseguridad	3,000.00	45	66.67	S/. 4.12	16.18
Requer. Comedor	2,200.00	45	48.89	S/. 4.12	11.87
TOTAL	**7,000.00**		**155.56**		**37.76**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°18. *Costo total de la perforación y voladura de rocas **después** de la optimización.*

DESCRIPCION	PRECIO POR DISPARO US$	PRECIO POR DISPARO S/.
COSTO DE MANO DE OBRA	111.65	S/. 460.00
COSTO DE EXPLOSIVOS	215.39	S/. 887.40
COSTOS DE ALQUILER DE COMPRENSORA	50	S/. 206.00
COSTOS POR INSUMO	122.07	S/. 502.91
COSTO POR IMPLEMENTO DE SEGURIDAD Y ALIMENTACION	37.76	S/. 155.56
COSTO TOTAL	536.86	S/. 2,211.86

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Discusión de resultados

Antes de la optimización el diseño de malla de perforación para el mismo tipo de roca se encontró que se perforaba un total de 37 taladros de 6 pies de longitud, con tres taladros de alivio y 34 taladros cargados y luego de la optimización se bajó a 35 taladros de 6 pies de longitud, con tres taladros de alivio y un total de 32 taladros cargados.

Los costos totales de la perforación y voladura de rocas Antes de la optimización fueron de US$ 570.86 equivalente a S/ 2,351.94 soles y Después de la Optimización

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

fue de US$ 536.86 equivalente a S/. 2,211.86 soles. Realizándose un ahorro por disparo de S/ 140.08 en la mina se perfora una vez por día lo que hace un ahorro mensual de S/ 3,502.00, haciendo un total de S/ 42,024 (US$ 10,200.00).

4.4. Aportes del tesista

Se aporto con la mejora de la malla de perforación lo que contribuyo con la Optimización de los estándares de perforación y voladura, y se logró reducir costos de las operaciones en la mina Cory Collur, Logrando un ahorro significativo de S/ 42,024 (US$ 10,200.00), para el año 2021.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CONCLUSIONES.

1. Se optimizó los estándares de perforación y voladura logrando reducir de 37 taladros de 6 pies de longitud, con tres taladros de alivio y 34 taladros cargados cuyo costo es de S/2,351.94 por disparo a 35 taladros de 6 pies de longitud, con tres taladros de alivio y un total de 32 taladros cargados cuyo costo es de S/2,211.86 por disparo, haciendo un ahorro de S/140.08 por disparo y un ahorro anual de S/ 42,024.
2. Se realizó la optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur – 2021. Determinándose que se debe de pintar la malla de perforación, emplear taco detrítico, cuidar el paralelismo y tener un buen atacado.
3. Se realizó la optimización de los estándares de voladura en la mina Cory Collur – 2021. Determinándose que se debe de emplear 32 piezas de Fanel 1/2 s, 32 cartuchos de Emulnor 3000, 32.81 kilogramos de Nitrosen 100 ANFO, 24.54 metros de Pentacord 3P y 4.27 metros de guía.
4. Se determinó que el costo mensual optimizado de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021. Nos permite un ahorro de S/. 3,502.00.
5. De acuerdo con la evaluación geomecánica se tiene que corresponden a la Clase III - Roca media con RMR= 42 – 48 y RMR= 40-44, correspondientes a la caja techo y caja piso respectivamente.
6. Como las rocas son de calidad regular la sobre excavación no es de consideración, pero para garantizar la vida útil de la galería, en las zonas que requiere sostenimiento se empleará cuadros cónicos de madera.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

RECOMENDACIONES

1. Mantener el equipo cautivo de turno A al turno B para así disminuir en el día las horas de pérdida operacional y ganar horas efectivas operacionales
2. Realizar el pintado de la malla de perforación en los frentes y los operadores cumplir con la perforación en forma lo más exactamente posible.
3. Al culminar su guardia el supervisor deberá de llenar los formatos de control en Excel para tener el reporte mensual al día.
4. La optimización de la perforación y voladura de rocas requiere que el personal cumpla con los estándares establecidos.
5. Se recomienda minimizar la sobre perforación y también la voladura segundaria.
6. Se debe tener cuidado del pintado de la malla de perforación a fin de que tenga establecido en la posesión de diseño a fin de que la geometría de la voladura sea eficiente.
7. Hacer un buen control de paralelismo de los taladros durante la perforación poniendo atacadores como mínimo 3 unidades, atacado, uso de taco de arcilla.
8. Realizar taladros completos para mayor avance por guardia.
9. Se debe evaluar la posibilidad de utilizar explosivos de baja potencia a fin de disminuir la sobre excavación, hacia la corona y hastiales.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ames, V. (2008). *Perforación y Voladura de Rocas I.* Tercera Edición, Huancayo, Perú.

Bernaola, A. J, Castilla, G: J. y Herrera H: J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería.* Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas Laboratorio de Tecnologías Mineras. Madrid, España.

Berrospi, V. (2019). *Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la Cía. minera Volcan S.A.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Facultad de Ingeniería de Minas. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas. Cerro de Pasco, Perú.

conceptodefinicion.de/. (s.f.). *Reduccion.*

Correa, L. (2016). *Reducción de costos operativos mediante la estandarización de malla de perforación - voladura, para labores horizontales: sección 4.0 m. x 4.0 m., mina Socorro - Uchucchacua.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo Sede – Huamachuco. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Trujillo, Perú. .

Departamento de geología. (2016). *Evaluacion geologica de la mina Cory Collur.* Acas - Perú.

Diaz, B. G. y Sotelo, M. 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. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería De Gestión Minera. Lima, Perú. .

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Diaz, E. (2017). *Esthiben Eugenio Diaz Olivera. Optimización de la perforación y voladura de rocas para maximizar utilidades en la mina Panulcillo de Minera Cruz Ltda. - 2016.*

Gonzales, J. (2019). *Reducción de costos operativos en Labor Carmen NV. 3040 mediante la optimización de estándares de perforación y voladura, Cia. Minera poderosas.a -2018.* Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Abancay-Perú.

Guamán, M. (2016). *Optimización de los procesos de perforación y voladura en el Túnel fase A-B de interconexión del proyecto Sopladora.* (Trabajo de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Extensión - Morona Santiago. Facultad de Recursos Naturales. Carrera de Geología y Minas. Macas, Ecuador. .

Hernández, S. R, Fernández, C. C. y Baptista, L.P. (1997). *Metodoloía de la investigación.* Impreso en Colombia.

https://economipedia.com/. (s.f.). *Definiciones de estandar.*

https://www.gestiopolis.com/. (s.f.). *Concepto de optimizacion de recursos.*

Nuñez, J. (2019). *Selección e implementación del método corte y relleno ascendente para la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Metalurgia. Escuela Académico de Formación Profesional de Ingeniería de Minas. Huaraz, Perú.

Ruiz, R. (1997). *El Método Científico y sus Etapas.* México.

Sulcacondor, J. (2018). *Optimización de operaciones unitarias de perforación y voladura mediante voladura controlada en labores horizontales en la Cía. minera Poderosa S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Ayacucho, Perú.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ANEXOS

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIAS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACION
¿En qué medida la optimización de los estándares de perforación y voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?	Optimizar los estándares de perforación y voladura para reducir los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021.	**Hipótesis General** La optimización de los estándares de perforación y voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021. **Hipótesis Nula** La NO optimización de los estándares de perforación y voladura NO reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021	**Tipo** Descriptiva. **Nivel** Descriptivo Cuantitativo. **Método** El método de investigación es una investigación científica. **Diseño de la investigación.** no experimental transversales	**Población y Muestra** **Población** Todas las mallas de perforación y voladura. **Muestra** Estará compuesta por 10 voladuras
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis específicas**		
¿En qué medida la optimización de los estándares de perforación reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?	Realizar la optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur – 2021.	Se realiza la optimización de los estándares de perforación en la mina Cory Collur – 2021.		
¿En qué medida la optimización de los estándares de voladura reducirá los costos de las operaciones en la mina Cory Collur – 2021?	Realizar la optimización de los estándares de voladura en la mina Cory Collur – 2021.	Se realiza la optimización de los estándares de voladura en la mina Cory Collur – 2021.		
¿Cuál es el costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021?	Determinar cuál es el costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021.	Se determina cuál es el costo mensual de la perforación y voladura en la mina Cory Collur – 2021.		

Fuente: El tesista

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ANEXO N° 02: PETS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS

	Asistencia Técnica Subterránea	**ATS-PETS-001**
		EDICIÓN 01
	PETS: **Inspección de Labores**	
		Página 1 de 3

1. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

1.1. Ingeniero de Asistencia Técnica.

1.2. Jefe de Guardia.

1.3. Capataz de turno.

1.4. Líder de labor.

1.5. Ayudante.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

2.1. Protector de cabeza con cintas reflectante.

2.2. Barbiquejo.

2.3. Tafilete.

2.4. Lámpara Minera.

2.5. Tapones de oído.

2.6. Lentes de Seguridad.

2.7. Respirador con filtros de particular y gas.

2.8. Guantes de cuero.

2.9. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

2.10. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

2.11. Correa Minera.

2.12. Botas de jebe con punta de acero

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

3.1. Barretillas de 4’, 6’, 8’ o 10’ de longitud.

3.2. Equipo de Monitoreo de Gases.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Coordinar con el jefe de guardia las labores donde se realizarán los trabajos de seguimiento de perforación y voladura.

4.2. Verificar si el frente de la labor y los accesos a éste muestran buena estabilidad del techo y los hastiales.

4.3. Verificar si la labor cuenta con presencia de gases dentro de los límites máximos permisibles por el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo DS-024-2016-EM.

4.4. En caso de hallar una condición insegura durante la inspección, coordinar con los líderes de labor para tomar las acciones inmediatas que disminuyan el potencial de la condición.

4.5. Presentarse ante el personal que se encuentra en la labor, con la consigna de indicarle los trabajos que se tendrían contemplados en dicha zona.

4.6. Coordinar con el capataz de turno y el personal de labor el objetivo que tiene la labor encomendada dentro del plan de minado.

5. RESTRICCIONES

5.1. En caso de que la zona se encuentre con presencia de gases fuera de los límites máximos permitidos.

5.2. En caso de que la zona no demuestre buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

1. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

a. Ingeniero de Asistencia Técnica.

b. Jefe de Guardia.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

a. Protector de cabeza con cintas reflectante.

b. Barbiquejo.

c. Tafilete.

d. Lámpara Minera.

e. Tapones de oído.

f. Lentes de Seguridad.

g. Respirador con filtros de particular y gas.

h. Guantes de cuero.

i. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

j. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

k. Correa Minera.

l. Botas de jebe con punta de acero

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

a. Equipo de monitoreo de Gases

b. Carnet Sucamec Vigente

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4. PROCEDIMIENTO

a. Coordinar con el jefe de guardia el horario más adecuado para realizar la inspección al polvorín tanto principal como secundario.

b. Verificar si dicha labor y los accesos a éste muestran buena estabilidad del techo y los hastiales.

c. Verificar si dicha labor cuenta con presencia de gases dentro de los límites máximos permisibles por el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo DS-024-2016-EM.

d. En caso de hallar una condición insegura durante la inspección, coordinar con los líderes de labor para tomar las acciones inmediatas que disminuyan el potencial de la condición.

e. Presentarse ante el personal que se encuentra en el punto, con la consigna de indicar los trabajos que se tendrían contemplados en dicha zona.

f. Verificar que las condiciones de almacenamiento estén dentro del estándar establecido y stocks que tienen nuestros productos en dicho polvorín.

g. Reportar al jefe de guardia de turno alguna sugerencia u observación encontrada en dicho lugar.

5. RESTRICCIONES

a. En caso de que la zona se encuentre con presencia de gases fuera de los límites máximos permitidos.

b. En caso de que la zona no demuestre buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

1. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

a. Ingeniero de Asistencia Técnica.

b. Jefe de Guardia.

c. Capataz de turno.

d. Líder de labor.

e. Ayudante.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

a. Protector de cabeza con cintas reflectante.

b. Barbiquejo.

c. Tafilete.

d. Lámpara Minera.

e. Tapones de oído.

f. Lentes de Seguridad.

g. Respirador con filtros de particular y gas.

h. Guantes de cuero.

i. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

j. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

k. Correa Minera.

l. Botas de jebe con punta de acero

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

a. Tubo PVC de 4’, 6’, 8’ o 10’ de longitud.

b. Pintura Latex color amarillo.

c. Brocha.

d. Pintura en Spray.

e. Flexómetro de 5m.

4. PROCEDIMIENTO

a. Verificar si el frente de trabajo demuestra buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

b. Verificar las dimensiones de la labor, según lo que se contempla en el proyecto.

c. Utilizar el tubo de PVC con la brocha y la pintura para pintar la línea de dirección y la gradiente de la labor que se va a perforar.

d. Señalizar, usando la pintura spray y el flexómetro, la ubicación de los taladros de arranque, ayudas y “cuadradores”. Esto según el diseño contemplado.

e. Utilizar el tubo PVC con la brocha y la pintura para realizar una marca que sirva de guía al perforista donde irán los taladros restantes.

f. Verificar la cantidad de taladros pintados y sus ubicaciones antes de comenzar a perforar.

5. RESTRICCIONES

a. En caso de que la zona se encuentre con presencia de gases fuera de los límites máximos permitidos.

b. En caso de que la zona no demuestre buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

1. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

a. Ingeniero de Asistencia Técnica.

b. Líder de labor.

c. Ayudante.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

a. Protector de cabeza con cintas reflectante.

b. Barbiquejo.

c. Tafilete.

d. Lámpara Minera.

e. Tapones de oído.

f. Lentes de Seguridad.

g. Respirador con filtros de particular y gas.

h. Guantes de cuero.

i. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

j. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

k. Correa Minera.

l. Botas de jebe con punta de acero

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

a. Cuaderno de Apuntes

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4. PROCEDIMIENTO

a. Verificar si el frente de trabajo muestra buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

b. Analizar, junto el perforista, la mejor estrategia a utilizar para la perforación de los taladros.

c. Verificar junto al perforista que la barra se encuentre bien posicionada antes de comenzar con la perforación.

d. Estar atento a las presiones de perforación, rotación y avance que se obtienen mientras se ejecuta la perforación de los taladros. Se recomienda tomar nota de estos valores para futuros registros.

e. En caso las presiones señaladas se encuentren en valores fuera de lo normal, consultar, en primera instancia, al perforista por si ha encontrado algo atípico durante la perforación como geodas o fallas. Para luego comunicar al personal que se encarga del carguío de taladros.

5. RESTRICCIONES

a. En caso de que la zona se encuentre con presencia de gases fuera de los límites máximos permitidos.

b. En caso de que la zona no demuestre buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

a. Ingeniero de Asistencia Técnica.

b. Jefe de Guardia.

c. Capataz de turno.

d. Líder de labor.

e. Ayudante.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

a. Protector de cabeza con cintas reflectante.

b. Barbiquejo.

c. Tafilete.

d. Lámpara Minera.

e. Tapones de oído.

f. Lentes de Seguridad.

g. Respirador con filtros de particular y gas.

h. Guantes de cuero.

i. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

j. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

k. Correa Minera.

l. Botas de jebe con punta de acero

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

a. Tubo PVC de 4’, 6’, 8’ o 10’ de longitud.

b. Barretillas de 4’, 6’, 8’ o 10’ de longitud.

c. Pintura en Spray.

d. Flexómetro de 5m.

4. PROCEDIMIENTO

a. Verificar si el frente de trabajo demuestra buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

b. Verificar la ubicación de los taladros de arranque, ayudas y “cuadradores”, haciendo uso de la pintura spray.

c. Verificar el estado del flexómetro antes de comenzar la actividad.

d. Elegir un tubo PVC o barretilla teniendo en consideración que el largo de éste debe ser mayor a la longitud perforada; asimismo, debe permitir una luz mínima de 1’ fuera del taladro.

e. Introducir los tubos de PVC o barretillas en los taladros de arranque y ayudas, principalmente, haciendo uso de los guantes de cuero.

f. Verificar que todos los taladros de arranque y ayudas cuentan con tubo PVC o barretilla en su interior antes de comenzar el análisis.

g. Medir con el flexómetro la trayectoria de los taladros, realizando mediciones empezando desde la “boca” de dos de éstos y sus “proyecciones” generadas por los tubos PVC o barretillas utilizadas para esta tarea.

h. Anotar las dimensiones obtenidas y reportar al supervisor más cercano. En caso exista alguna observación, coordinar entre las partes involucradas el levantamiento respectivo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

i. Retirar los tubos PVC o barretillas utilizadas antes de corregir las observaciones o continuar con el carguío.

5. RESTRICCIONES

a. En caso de que la zona se encuentre con presencia de gases fuera de los límites máximos permitidos.

b. En caso de que la zona no demuestre buena estabilidad del techo y los hastiales, asimismo, el frente de la labor.

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

1. PERSONAL

1.1. Ingeniero de asistencia técnica

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

2.1. Protector de cabeza con cintas reflectante.

2.2. Barbiquejo.

2.3. Tafilete.

2.4. Lámpara Minera.

2.5. Tapones de oído.

2.6. Lentes de Seguridad.

2.7. Respirador con filtros de particular y gas.

2.8. Guantes de cuero.

2.9. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

2.10. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

2.11. Correa Minera.

2.12. Botas de jebe con punta de acero

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES

3.1. Equipo Microtrap

3.2. Cable Resistivo (10.8 Ohmios/m.)

3.3. Cable Coaxial R-59

3.4. Multitester

3.5. Alicate de corte y cuchilla

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.6. Cinta aislante

3.7. Caja metálica de protección del monitor Microtrap

3.8. Lampa.

3.9. Pintura en Spray.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. COORDINACIONES DE LABOR

4.1.1. Comunicar al supervisor de turno que se realizará la medición de VOD para su conocimiento y aprobación.

4.2. PRE USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

4.2.1. Inspeccionar de todos los equipos a utilizarse antes de emprender la tarea, estos deben estar cargados, la memoria debe estar vacía para guardar los datos registrados y deben estar calibrados.

4.3. Analizar, identificar y minimizar riesgos del área de labor.

4.4. Señalizar con pintura Spray los taladros para realizar la medición, se recomienda que estos deben de ser los primeros de la secuencia de salida de la malla y necesariamente en taladros sin agua.

4.5. Se realiza el cortocircuitado en un extremo del cable resistivo, luego se procede a aislar con la cinta aislante.

4.6. Se introduce el iniciador o prima adherido con la cinta aislante el extremo cortocircuitado del cable resistivo.

4.7. Se procede a cargar el taladro cuidando no dañar el cable resistivo.

4.8. Se verifica con el multitester la continuidad del cable resistivo.

4.9. Se une el cable resistivo con el cable coaxial (debe verificarse que este en perfecto estado y debe tener continuidad).

4.10. Con la ayuda de la lampa cubrir el cable resistivo que sale del taladro.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.11. Se debe aplicar un buen criterio de ubicación para el Monitor Microtrap, pues este debe de estar en zona segura fuera del alcance de alguna proyección de la voladura o circulación de equipos en la zona.

4.12. Se instala el equipo Microtrap, uniendo éste y el cable coaxial N° 58.

4.13. Se activa el equipo, se cubre con la caja metálica, señalizamos con conos y cintas y se evacua a un lugar seguro.

4.14. Culminado el proceso de voladura y ventilación, ingresar al área, apagar el equipo y posteriormente realizar el análisis.

4.15. Con la ayuda del software Mrel se analiza el registro y la información obtenida se añade al informe de mejora continua.

4.16. MEDIO AMBIENTE

4.16.1. Disponer y/o reciclar los residuos sólidos generados en el proceso

5. RESTRICCIONES

5.1. El personal tendrá que ser capacitado y autorizado para ingresar en zonas cargadas con explosivos.

5.2. Retirarse de cualquier área de trabajo al detectar un peligro de alto riesgo que atente contra su seguridad, dando aviso inmediato a sus superiores.

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1. PERSONAL

1.1 Ingeniero de asistencia técnica

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

2.1. Protector de cabeza con cintas reflectante.

2.2. Barbiquejo.

2.3. Tafilete.

2.4. Lámpara Minera.

2.5. Tapones de oído.

2.6. Lentes de Seguridad.

2.7. Respirador con filtros de particular y gas.

2.8. Guantes de cuero.

2.9. Mameluco con cintas reflectante de dos pulgadas.

2.10. Chaleco con cintas reflectante de dos pulgadas.

2.11. Correa Minera.

2.12. Botas de jebe con punta de acero

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES

3.1. Sismógrafo INSTANTEL.

3.2. Geófonos de superficie INSTANTEL.

3.3. Caja metálica de protección del monitor.

3.4. Conos y cinta delimitadora roja.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Inspeccionar todos los equipos a utilizarse antes de emprender la tarea, estos deben estar cargados, la memoria debe tener suficiente espacio como para almacenar los datos registrados y deben estar calibrados.

4.2. Analizar el área de posibles ubicaciones de los equipos a instalar

4.3. Ubicar un lugar seguro para realizar la medición el cual debe estar alejado aproximadamente 35 metros de la voladura o a sugerencia del cliente.

4.4. Colocar las tres púas al geófono para anclarlo a la superficie, luego enterrar el equipo con detrito a una distancia de 20 cm aproximadamente.

4.5. Verificar que la dirección de la flecha que lleva este, debe de apuntar hacia el disparo.

4.6. Conectar el geófono al monitor Instantel, se programará el equipo con los parámetros de grabación solicitados y/o dependiendo del tipo de registro a obtener.

4.7. Colocar encima del monitor la caja metálica de protección, se delimitará el área con conos y cinta y se evacuará el área ante el anuncio del "chispeo".

4.8. Dejar el equipo en proceso de monitoreo.

4.9. Luego del disparo, esperar un tiempo no menor de 30 min para una correcta ventilación de la labor. En seguida, recoger el equipo, para posteriormente analizar las mediciones obtenidas.

4.10. Analizar los datos obtenido con ayuda del software Blastware y toda la información obtenida se registrará en el formato SVE-F-049.

5. RESTRICCIONES

5.1. El personal tendrá que ser capacitado en el uso del equipo Instantel.

5.2. Se deberá respetar las distancias que se mencionan en el punto 4.3 y 4.2 para salvaguardar el bienestar del equipo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GENERADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL AREA Y TRABAJDORES	JEFE DE UNIDAD / INGENIERO RESIDENTE	**INGENIERO DE SEGURIDAD**	JEFE DE SERVICIO / JEFE DE ATT / JEFE DE ATS

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú