

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Control de la calidad operacional de la voladura en las labores
subterráneas en la unidad minera Yaruchagua**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Anibal Haroldo BERROSPI CHACA

Asesor:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

Cerro de Pasco - Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Control de la calidad operacional de la voladura en las labores
subterráneas en la unidad minera Yaruchagua**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elias SÁNCHEZ ESPINOZA

PRESIDENTE

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ

MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N°066-JUIFIM-2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bachiller: BERROSPI CHACA, Anibal Haroldo

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

**CONTROL DE LA CALIDAD OPERACIONAL DE LA
VOLADURA EN LAS
LABORES SUBTERRÁNEAS EN LA UNIDAD MINERA
YARUCHAGUA**

Asesor:

Ing. GARCIA CONTRERAS, Toribio

Índice de Similitud: 22%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 16 de febrero 2024



Firmado digitalmente por AGUIRRE
ADAUTO Agustín Arturo FAU20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16.02.2024 00:25:04 -05:00

.....
Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios omnipresente. A mis padres: Olga, Chaca Meza y Haroldo, Berrospi Mendoza por su amor y apoyo incondicional durante todo este trayecto. A mis hermanas: Rocio y Luz por impartirme su conocimiento y experiencia, sin duda este logro es más suyo que mío.

AGRADECIMIENTO

A Dios, agradecimiento invaluable por ser mi guía en toda instancia.

A mi familia, por la formación que me dieron y que gracias a ello hoy en día puedo continuar con ese camino de vida que me mostraron y enseñaron.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas, quienes me impartieron sus conocimientos durante toda mi permanencia en las aulas universitarias.

A todos los colaboradores de la Unidad Minera Yaruchagua, que desde un principio con base en su experiencia y calidad humana me apoyaron y fueron partícipes en mi formación y crecimiento laboral.

De mi gran consideración arquetipos a emular, agradecimiento sempiterno a cada uno de ellos.

RESUMEN

La investigación: “**CONTROL DE LA CALIDAD OPERACIONAL DE LA VOLADURA EN LAS LABORES SUBTERRÁNEAS EN LA UNIDAD MINERA YARUCHAGUA**” se ha desarrollado con el objetivo principal de determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de galerías, subniveles y chimeneas; y que a través de ello nos permita conocer los problemas que se presentan en el proceso de voladura para posteriormente dar la solución y/o corrección que requiera.

Durante las evaluaciones realizadas en campo se identificaron varias falencias, tanto en la perforación como en el carguío; así mismo el mal estado de las herramientas usadas para ejecutar estos trabajos. A consecuencia de ello la eficiencia de la voladura se ve reducida considerablemente, y eso claramente se refleja en los indicadores tales como: factor de avance, factor de carga y factor de potencia (los cuales se estiman con valores no favorables de acuerdo al estándar).

Palabras claves: *Voladura, factor de avance, factor de carga, factor de potencia.*

ABSTRACT

The research titled "**OPERATIONAL QUALITY CONTROL OF BLASTING IN UNDERGROUND OPERATIONS AT YARUCHAGUA MINING UNIT**" has been conducted with the main objective of determining the results of the operational quality evaluation of blasting in the construction of galleries, sublevels, and chimneys. Through this, it allows us to identify the problems that arise in the blasting process in order to subsequently provide the solution and/or correction needed.

During the field evaluations, several deficiencies were identified, both in drilling and loading, as well as the poor condition of the tools used to carry out these tasks. As a consequence, the efficiency of the blasting is significantly reduced, and this is clearly reflected in indicators such as the Advance Factor, Loading Factor, and Power Factor (which are estimated with unfavorable values according to the standard).

Keywords: *Blasting, Advance Factor, Loading Factor, Power Factor.*

INTRODUCCIÓN

La finalidad del trabajo de investigación: “**CONTROL DE LA CALIDAD OPERACIONAL DE LA VOLADURA EN LAS LABORES SUBTERRÁNEAS EN LA UNIDAD MINERA YARUCHAGUA**”, es dar a conocer las evaluaciones que se hizo durante todo el proceso de las operaciones unitarias tales como: perforación, carguío y voladura; y de esa manera se pueda solucionar de manera óptima las falencias descritas.

En el primer capítulo se muestra el problema y la delimitación de la investigación, formulación del problema y objetivos, justificación del problema y las limitaciones que se tuvo durante el desarrollo del estudio.

En el segundo capítulo se concretiza el marco teórico describiendo los parámetros de la voladura de rocas, este capítulo es relevante para procesar el desarrollo del trabajo de investigación.

En el tercer capítulo se describe la metodología de investigación.

En el cuarto capítulo se muestra la presentación, análisis e interpretación de resultados de la perforación y voladura en las labores evaluadas.

El autor

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

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

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.2. Bases teóricas - científicas	8
2.2.1. Voladura de rocas	8
2.3. Definición de términos básicos	24
2.4. Formulación de la hipótesis	26
2.4.1. Hipótesis General.....	26

2.4.2. Hipótesis específicas.....	26
2.5. Identificación de variables.....	27
2.5.1. Variables para la hipótesis general.....	27
2.5.2. Variables para la hipótesis específicas.....	27
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	27

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

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

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	32
4.1.1. Datos generales de la Mina.....	32
4.1.2. Caracterización geomecánica.....	34
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	38
4.2.1. Diagnóstico de la perforación y voladura en la mina.....	38
4.2.2. Evaluación de la perforación y voladura en roca dura y semi dura.....	48

4.2.3. Control de la perforación y voladura en desmonte sección 2.4m x 2,4m, 6 pies de longitud, ROCA DURA	51
4.2.4. Resumen Control de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 y 8 pies de longitud y ROCA SEMI-DURA.....	67
4.3. Prueba de hipótesis	81
4.4. Discusión de resultados.....	86
4.4.1. Estándares de producción.....	87
4.4.2. Resultados de las pruebas con taladros de 6' y 8', ROCA DURA.....	87
4.4.3. Resultados de las pruebas con taladros de 6' y 8', ROCA SEMI DURA	88
4.4.4. Comentarios sobre el cuadro de Resultados de las pruebas realizadas con taladros de 6' y 8', ROCA DURA.....	88
4.4.5. Comentarios sobre el cuadro de Resultados de las pruebas realizadas con taladros de 6' y 8', ROCA SEMI DURA	90

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Nomenclatura de un banco de voladura.....	11
Figura 2 Voladura de bancos vista de perfil	12
Figura 3 Voladura de bancos vista de planta	12
Figura 4 Malla de perforacion para bancos	13
Figura 5 Malla de perforacion cuadradas	14
Figura 6 Formación de la cavidad de un frente	16
Figura 7 Ubicación del arranque	16
Figura 8 Corte en pirámide o diamante	17
Figura 9 Corte en cuña o en V	18
Figura 10 Corte en cuña de arrastre	19
Figura 11 Corte en abanico.....	19
Figura 12 Corte en paralelo	20
Figura 13 Ejemplos de corte quemado.....	21
Figura 14 Distancia entre el taladro central vacío y los taladros de arranque.....	22
Figura 15 Distribución de taladros.....	22
Figura 16 Denominación de los taladros	24
Figura 17 Mapeo con RMR de Bieniawski Tajo TJ 080	36
Figura 18 Mapeo geomecánico del TJ 080	37
Figura 19 Parámetros Geomecánicos de la mina Yaruchagua.....	38
Figura 20 Personal realizando perforacion de frente.....	38
Figura 20 Personal realizando perforacion de frente.....	39
Figura 21 Frente perforado y malla realizada.....	39

Figura 21 Frente perforado y malla realizada.....	40
Figura 22 Personal realizando carguío del frente.....	40
Figura 21 Frente perforado y malla realizada.....	41
Figura 23 Diseño de malla planificado	42
Figura 24 Diseño de la malla realizado no correcto.....	43
Figura 25 Medición 9 cm al inicio de la perforacion.....	44
Figura 26 Medición 6 cm proyectando 0.5 m.....	44
Figura 27 Empalmes unidos con alambre	45
Figura 28 Cargadores de anfo en mal estado	45
Figura 29 Accesorios de voladura ubicados en cualquier lugar.....	46
Figura 30 Presencia de tacos debido a que no hay paralelismo.....	47
Figura 31 Malla de perforación en desmonte sección 2.4m x 2,4m – EMULSIONES, 6’ longitud, ROCA DURA.....	53
Figura 32 Malla de perforación en desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies,	55
Figura 33 Malla de perforación en desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (GRADIENTE NEGATIVA) ROCA DURA	57
Figura 34 Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA.....	59
Figura 35 Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE PISITIVA) ROCA DURA.....	61
Figura 36 Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8pies de longitud, ROCA DURA.....	63
Figura 37 Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8’ de longitud, (gradiente + Horizontal) ROCA DURA	65

Figura 38 Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8pies de longitud, (gradiente -) ROCA DURA.....	67
Figura 39 Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR.....	70
Figura 40 Malla de perforacion desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente +) ROCA SEMI DURA - REGULAR	72
Figura 41 Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente -) ROCA SEMI DURA - REGULAR	74
Figura 42 Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR.....	76
Figura 43 Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8’ de longitud, (gradiente + horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR.....	78
Figura 44 Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8’ de longitud, (gradiente - horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR.....	80
Figura 45 Tabla de distribución normal	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Accesibilidad al yacimiento Yaruchagua	32
Tabla 2 Criterios para la clasificación geomecánica.....	35
Tabla 3 Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 pies de longitud y ROCA DURA.....	49
Tabla 4 Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 8 pies de longitud y ROCA DURA.....	50
Tabla 5 Control de perforación y voladura en desmonte sección 2.4m x 2,4m – EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA DURA.....	52
Tabla 6 Control de la perforación y voladura en desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA.....	54
Tabla 7 Control de la perforación y voladura desmonte sec 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (GRADIENTE NEGATIVA) ROCA DURA.....	56
Tabla 8 Control de la perforación y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6' de longitud, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA.....	58
Tabla 9 Control de la perforación y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO,FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA	60
Tabla 10 Control de perforación y voladura con arranque rimado, sec.2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA DURA	62
Tabla 11 Control de perforación y voladura con arranque rimado, sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente + Horizontal) ROCA DURA	64
Tabla 12 Control de perforación y voladura con arranque rimado, sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente -) ROCA DURA.....	66
Tabla 13 Resumen Control de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 Y 8pies de longitud y ROCA SEMI- DURA.....	68

Tabla 14 Control de la perforación y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA SEMI DURA	69
Tabla 15 Control de la perforacion y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente +) ROCA SEMI DURA REGULAR	71
Tabla 16 Control de la perforacion y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente -) ROCA SEMI DURA REGULAR.....	73
Tabla17 Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR	75
Tabla18 Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente + horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR.	77
Tabla19 Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente - horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR..	79
Tabla20 Tabla de estadística descriptiva	84
Tabla21 Prueba de SHAPIRO-WILK.....	85
Tabla22 Prueba de D´AGOSTINO-PEARSON.....	85
Tabla 23 Estándares de producción de la mina	87
Tabla 24 Pruebas realizadas con taladros de 6' y 8' roca dura	87
Tabla 25 Pruebas realizadas con taladros de 6' y 8' roca semi dura	88

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

En el procedimiento para la explotación de un cuerpo mineralizado ya sea una veta, manto o cuerpo en la minería metálica, vemos que las etapas de este proceso son bien marcadas y por cierto delicadas casi todas estas etapas, por lo que el trabajo se tiene que cumplir en forma estricta y adecuada si queremos tener una buena eficiencia y un buen rendimiento.

Una de estas etapas es la voladura tema de nuestra investigación. La voladura es un factor decisivo en el proceso de explotación por lo que su ejecución exige un buen control, un manejo adecuado y su éxito dependerá de una buena elección de sus parámetros; así tenemos una buena distribución de los explosivos dentro del taladro, buen paralelismo de los taladros, un diseño del bourden, espaciamiento, control geomecánico del macizo rocoso. Caso contrario se producirá granulometría gruesa, mal disparo, avances inferiores a lo programado, tiros sopladados, cortados, etc., lo que generará realizar otras actividades como el plasteo, cachorro, sostenimiento lo que van aumentar los costos.

Empresa Glore Perú en su Unidad de minas Yaruchagua se fijó el objetivo de mejorar el proceso de la voladura debido a que se observó algunos de los problemas mencionados. Para lo cual proponemos la presente investigación orientada hacia los controles de la calidad operacional para voladuras en las labores de ejecución de galerías, sub niveles, chimeneas que se tendrá en cuenta para la mejora la voladura. Esto es la razón de nuestra propuesta.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

En cuanto al lugar donde realizaremos la investigación se escogió las facilidades dadas por la empresa. Y esta será en las instalaciones de la Empresa Glore Perú, específicamente en su Unidad Yaruchagua.

Las operaciones de esta unidad se encuentran ubicadas en la localidad de Yaruchagua que pertenece a la Comunidad Campesina de Pampania.

Políticamente es parte del departamento de Pasco, y a nivel provincial corresponde a la jurisdicción de la municipalidad Daniel Alcides Carrión cuyas operaciones se desarrollan distrital mente en Santa Ana de Tusi.

1.2.1. Delimitación temporal

Temporalmente elaborar este trabajo demandará una duración de seis meses desde el mes de julio a diciembre del 2022.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C.?

1.3.2. Problema Específicos

Problema específico a

¿Qué resultados tendremos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías, que se tendría en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C?

Problema específico b

¿Qué resultados tendremos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los sub niveles y chimeneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico a

Determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C

Objetivo específico b.

Determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los sub niveles y chimeneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C.

1.5. Justificación de la investigación

Desde el punto de vista práctico

Nuestra investigación permitirá dar conocer los problemas que se presentan en el proceso de voladura y que posteriormente se pueda solucionar o corregir.

Desde el punto de vista teórico

La presente investigación dará a conocer nuevos conocimientos con los resultados hallados que podrían ser útiles en otras minas de condiciones similares.

Desde el punto de vista económico

Con los resultados hallados podemos hacer las correcciones necesarias que ayuden a reducir los costos que ocasiona una mala voladura, favoreciendo a la empresa.

1.6. Limitaciones de la investigación

Durante el desarrollo del estudio esperamos no encontrar dificultades que puedan dificultar la culminación de la tesis. Por otra parte, se cuenta con el apoyo de la empresa ya que los resultados ayudaran a mejorar la voladura que se realiza en dicha mina.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

De acuerdo a la constatación de trabajos referidos al tema tenemos los siguientes antecedentes:

Primero

La tesis titulada “DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MINA SUBTERRÁNEA EN PATAZ LA LIBERTAD 2020” cuyo autor es (BELTRAN, 2022), establece como objetivo mejorar su producción minera por medio de una nueva propuesta diseñar de las mallas de perforacion

Como conclusión nos muestra lo siguiente:

La investigación permitió reducir los costos operativos al aplicar la propuesta de un rediseño para las mallas de perforacion, el diagnóstico realizado a la voladura nos indica mala ubicación de los taladros un 40%, secuencia de salida de los taladros un 20%, mal carguío 10%, por el explosivo 10%, por el tipo de roca 10%. Estos factores hacen que no se produzca una buena voladura.

Para obtener una buena voladura siempre debe considerarse la planificación lo cual no se observa en la actualidad cuando se realiza las

voladuras, en esto deben intervenir todos los parámetros de perforación y voladura.

Por medio de este rediseño se logró reducir el costo por metro lineal obteniendo 109.63 soles/metro lineal ahorrados.

Segundo

La tesis “Evaluación técnica de la voladura en la compañía minera Corihuarmi” de (SALCEDO, 2020) tiene como objetivo evaluar los parámetros de voladura en la mina Corihuarmi, y como conclusiones arriba a lo siguiente:

Se obtuvo mejoras en varios de los parámetros de voladura como: reducción de gruesos a un 40%, el P80 por debajo de 4” y 2.25”, una mejor velocidad de detonación en los booster de 1 lb, un mejor carguío de los taladros con agua, el factor de potencia se redujo a 7.9%, el costo de voladura tuvo una reducción de un 23.2%, las acciones producidas por la voladura están por debajo de los límites establecidos y la eficiencia de perforación promedio alcanzó un 52.8 %.

Tercero

La tesis “Diseño de malla de perforación y voladura en SLS – Taladros largos para mejorar la estabilidad de las excavaciones subterráneas en mina Animon de Volcán Compañía Minera S.A.A” de (QUINTO, 2022) señala como objetivo, conocer la estabilidad de las labores en la explotación con taladros largos al diseñar una malla de perforación y voladura en mina Animon.

Como conclusión plantea:

Con el nuevo diseño de la malla de 1.50 m x 1.80 m se estandarizó la fragmentación encontrándose entre 7.5 cm a 15.0 cm.

En cuanto al rendimiento de las perforadoras tuvieron mejoras de rendimiento en un 27.7 % esto debido a las mejores condiciones de la labor y de los parámetros.

La estabilidad de la labor se observa una estabilidad de la caja techo de 26.1 y su radio hidráulico de 8, por lo cual se sugiere que las longitudes del tajeo serán de 30 m de altura, 50.0 m de longitud y una perforación de 10 m de longitud.

Cuarto

La tesis “Optimización de perforación y voladura por el método de Roger Holmberg en minera aurífera Estrella de Chaparra S.A.” de (CONDORI, VELAZCO, 2021) su objetivo fue mediante el modelo Holmberg proponer una malla de perforación para mejorar la voladura.

Como conclusión se tuvo:

Con la malla de perforación cuya sección fue de 2 m. x 10 m. la longitud de perforación llegó a 1.71 m, el costo de perforación y voladura llegó a reducirse en un 37.13 % significando 7.16 \$/tn.

La perforación de taladros se redujo de 110 a 68 con una distribución de 17 filas y 4 taladros con un burden de 0.57 y espaciamiento de 0.63 m por cada taladro.

En cuanto a la producción se produjo 90.63 tn/disparo, con un incremento de 11.13 tn.

Quinto

La tesis “Optimización de la granulometría en función de la voladura controlada en Mina Marcapunta Norte, Sociedad Minera El Brocal, Arequipa 2020” de (ZEA, BELTRAN, 2021) el objetivo planteado fue: en la mina Marcapunta Norte mejorar la granulometría mediante la voladura controlada.

Como conclusiones se planteó:

La voladura controlada aplicada resultó muy provechosa porque se obtuvo resultados como: mejoramiento de la fragmentación llegando el P80 a 6,56 pulgadas, el factor de carga se redujo a 41.71 kg/m, también se redujo la cantidad de explosivos a 119.33 kg,

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Voladura de rocas

Este procedimiento consiste en una acción sobre la superficie en tres dimensiones buscando que al generar presiones en el macizo, por medio de la detonación de material explosivo que debe ser confinado dentro de los taladros que se perforan en la roca, Si logré concentrar altas cargas de energía cuya consecuencia es someter a la masa rocosa a los efectos dinámicos de la liberación de dicha energía con el fin de obtener una fragmentación y un desplazamiento adecuados para las operaciones mineras a realizar en el terreno. (EXSA, s.f.)

Estos dos fenómenos hacen referencia directa al producto de la detonación sobre el material rocoso. Por un lado, se encuentra la fragmentación que viene hacer la fractura en tamaños específicos del cuerpo de roca, que busca establecer un tamaño adecuado para su posterior tratamiento. Por otro lado, el desplazamiento hace referencia a los movimientos que presentará la masa rocosa Que es la triturada, para su posterior disposición. (EXSA, s.f.)

Parámetros de la voladura

Tenemos en el proceso de la voladura factores o parámetros que intervienen directamente o indirectamente, dependientes o interrelacionados, controlados y no controlados así tenemos:

Parámetros de la roca

Dentro de estos parámetros tenemos las propiedades físicas, elásticas, condiciones geológicas.

Propiedades físicas

Entre las principales podemos encontrar:

- Grado de alteración
- Nivel de variabilidad
- Grado de porosidad

- Textura
- Densidades
- Grado de tenacidad

Duret (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013)

Propiedades elásticas o resistencia dinámica

- Porcentaje de agua
- Niveles de fisuras
- Estructuras
- Impedancia
- Condicionamiento geológico
- Radio de Poisson
- Módulo de Young
- Fricción interna
- Resistencia mecánica
- Velocidad de propagación de las ondas sísmicas
- Frecuencia sísmica (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013).

Parámetros controlables

Tenemos parámetros del explosivo, condiciones de carga, condiciones para el trabajo de los explosivos

Parámetros del explosivo

- Categoría de humos
- Presión del taladro
- Sensibilidad a la iniciación
- Energía del explosivo
- Resistencia al agua
- Transmisión o simpatía
- Velocidad de detonación
- Densidad

- Volumen normal de gases (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013)

Condición de carga

- Variaciones en perforaciones
- Intervalo de inicio de carga
- Tipos y ubicaciones del cebo
- Distribuciones de las cargas en los taladros
- Densidades del carguío}
- Grados de confinamiento
- Grados de acoplamiento
- Geometrías para la carga
- Diámetros de las cargas o de los taladros (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013)

Condiciones para el trabajo eficiente de los explosivos

- Disponer de una cara libre
- Confinamiento que la densidad de carga
- Cebados adecuadamente
- Mantener el secuenciamiento ordenado para la salida
- El espacio entre taladros debe adecuarse a los requerimientos (EXSA, s.f.)

Aplicaciones de la voladura

Su empleo de la voladura se da en labores subterráneas y en superficie.

Aplicaciones en labores subterráneas

Las operaciones subterráneas integran elementos como: secciones de galerías destinadas vías de transporte o vías hidráulicas además de segmentos excavados para infraestructura civil en general, en el sector minero se destinan socavones, tajos, rampas, chimeneas y piques. (ENAEX, s.f.)

Aplicaciones en superficie

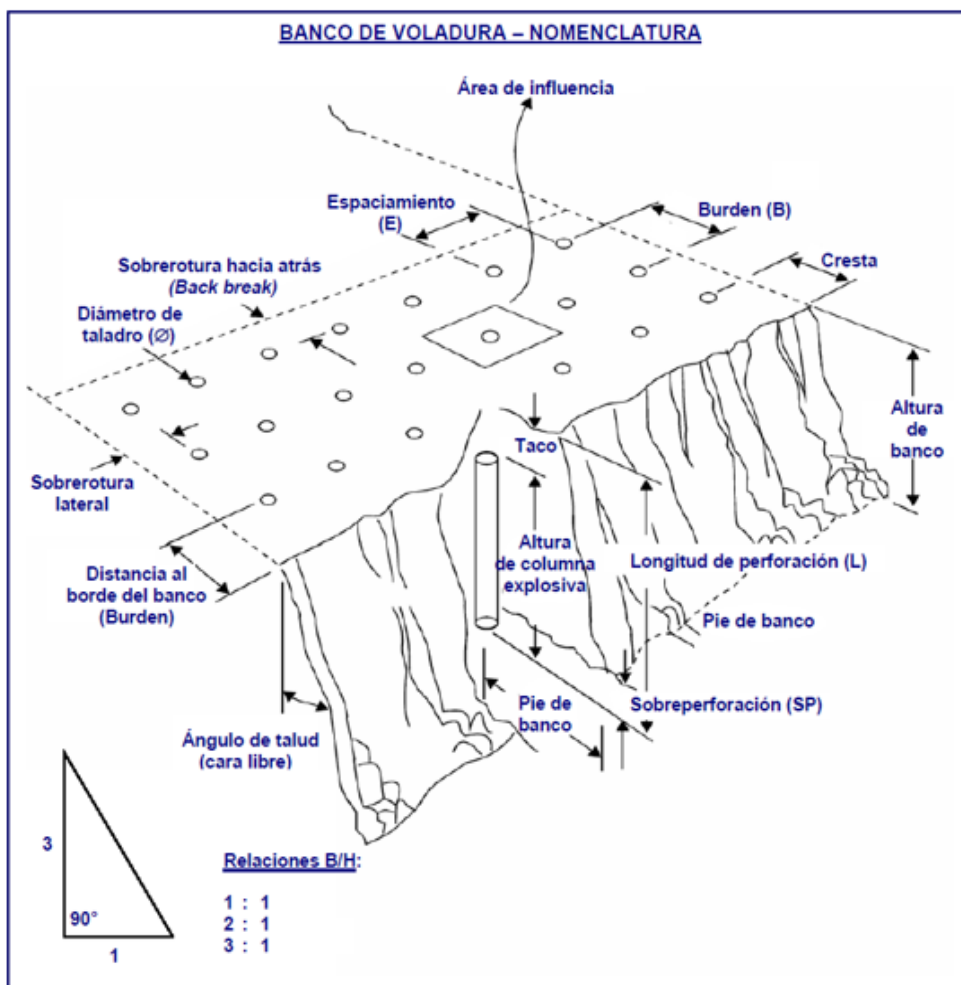
Los trabajos a nivel superficial integran elementos como: Aperturas viales de transporte labores de cimentación o demolición y en operaciones mineras los trabajos más frecuentes son los de tajos abiertos. (ENAEX, s.f.)

Voladura superficial o voladura en bancos

Este tipo de operaciones consiste en realizar las de detonaciones de barrenos dispuestos en forma vertical o subviértales. Para ellos se designa y utilizan una sección del frente paralelo a los barrenos que vendría hacer la cara libre. (EXSA, s.f.)

Figura 1

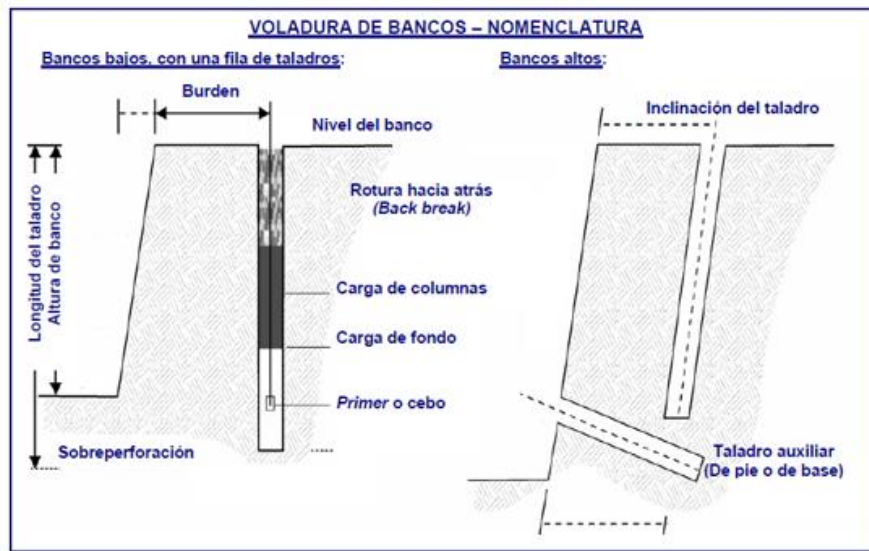
Nomenclatura de un banco de voladura



FUENTE: Manual de EXSA

Figura 2

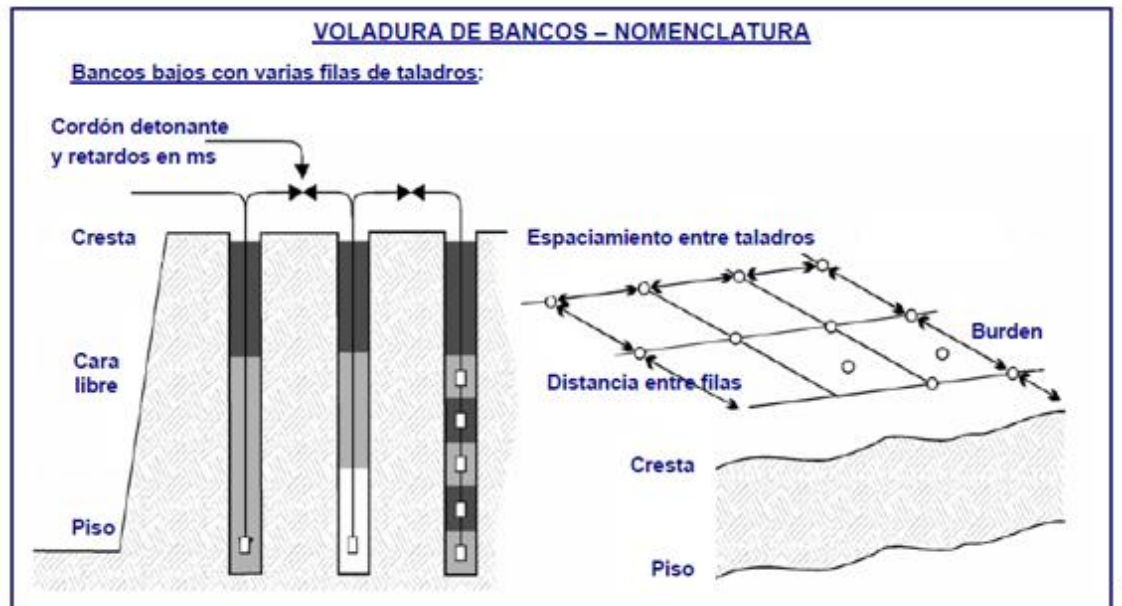
Voladura de bancos vista de perfil



FUENTE: Manual de EXSA

Figura 3

Voladura de bancos vista de planta



FUENTE: Manual de EXSA

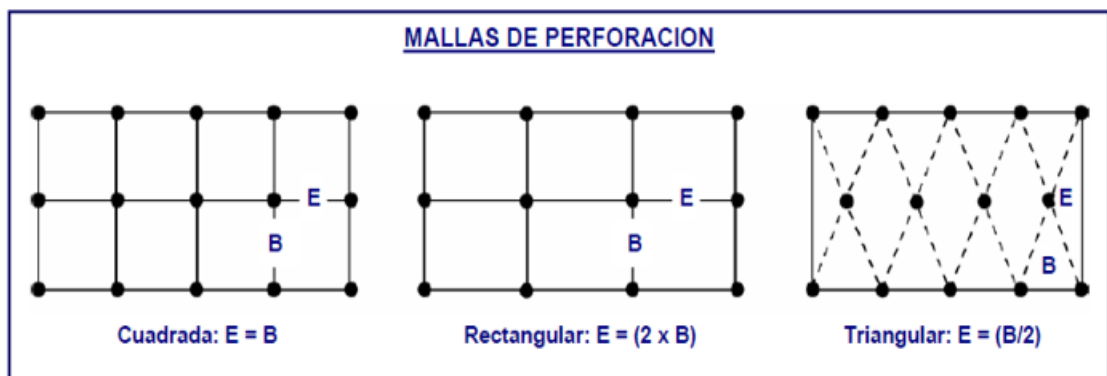
Malla de perforación

Este método de sostenimiento se trata de un diseño especialmente adecuado para distribuir los taladros que conformarán una bola dura. Para tal fin se considera como elemento básico la relación que existe entre el borde y el espaciamiento además de la vinculación directa entre estos elementos y la profundidad que alcanzará el taladro. (EXSA, s.f.)

En el caso de los diseños para voladuras de banco en estas se puede dar la aplicación de distintos trazos adecuados el diseño de perforación elegido, en este caso se puede denominar malla de tipo cuadrado, rectangular, triangular o alternos. Estas configuraciones se basan principalmente en las dimensiones que pueda alcanzar el burden. (EXSA, s.f.)

Figura 4

Malla de perforacion para bancos

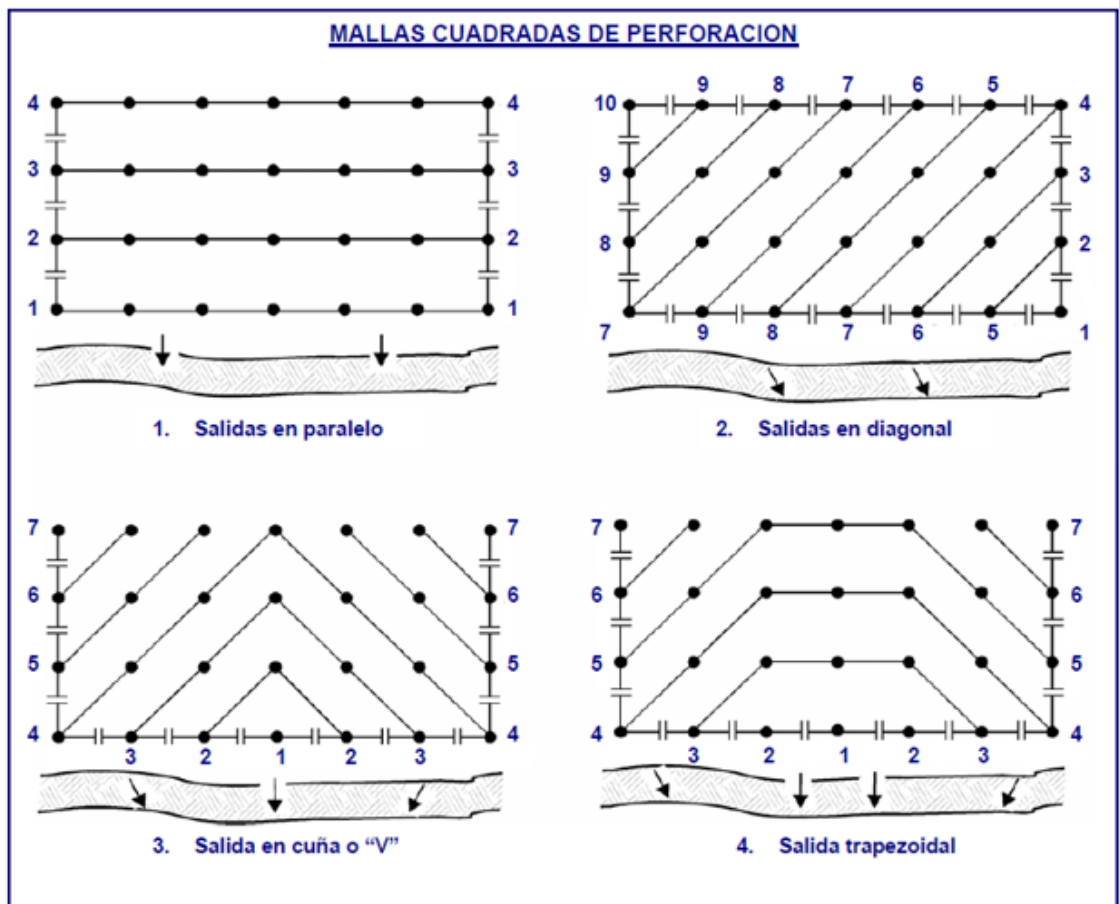


FUENTE: Manual de EXSA

Los distintos tipos de configuración para amarrar los accesorios además de los distintos tiempos que son necesarios para encender los taladros se deben considerar con el fin de alcanzar un nivel óptimo de fragmentación y con ello asegurar una acumulación eficiente de los distritos con el objetivo de que las siguientes labores de remoción de escombros y carguillo, así como el transporte del material resultante se completen de manera adecuada. (ENAEX, s.f.)

Figura 5

Malla de perforacion cuadradas



FUENTE: Manual de EXSA

Voladuras subterráneas

Este tipo de labores responde a dos objetivos claramente diferenciados

- Con la finalidad de aprovechar los espacios que se excavarán cómo podrían ser obras civiles de transporte, almacenamiento de distintos elementos y construcciones de fines civiles o militares
- Con la finalidad de aprovechar los materiales resultantes de las operaciones de voladura, el sector minero es típicamente quien hace uso de estas finalidades. (LOPEZ, LOPEZ, PERNIA, PLA, 1987)

Las voladuras subterráneas son abiertas mayoritariamente en tendido horizontal, es este caso son los túneles, galerías, rampas. Aunque también se da el caso de configuraciones en orientación/o inclinadas además de verticales.

Cuando este tipo de labores presenta una hora orientación vertical partiendo desde un punto determinado hacia arriba recibe la denominación de chimeneas Raise shafts, en cambio si su orientación es contraria la demanda nominación será la de piques. (LOPEZ JIMENO, 2008)

Ciclo básico de perforacion y voladura de excavación

Este procedimiento integra los siguientes elementos:

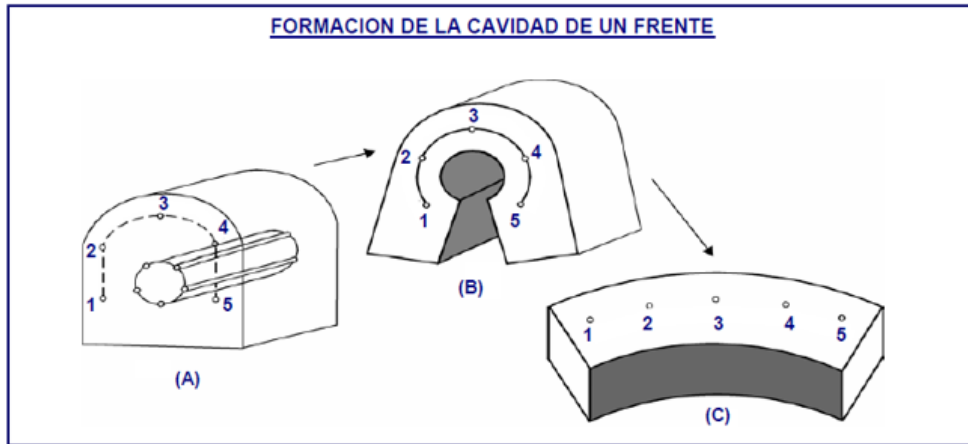
- Perforaciones de taladros
- Carguío de explosivos y accesorios
- Disparos de las voladuras
- Ventilar las labores
- Desate de rocas
- Eliminar tacos, y detonaciones falladas
- Carguío y transporte de los materiales resultantes
- Voladuras secundarias (si se requiere)
- Mediciones de avances (LOPEZ, LOPEZ, PERNIA, PLA, 1987)

Cortes o arranques

Como su nombre lo indica en un inicio las voladuras de túneles hacen referencia a las aperturas de cavidades iniciales que se denominan cortes cueles o arranques. Este tipo de labores están destinadas a ofrecer una siguiente sección libre o cara con una superficie amplia que facilite la siguiente fractura del resto de la sección. Gracias esa configuración los taladros que se ubiquen en el centro además de los que se ubiquen en el borde concentrarán todo el poder de la de detonación en Omar un orificio en la pared de roca siguiendo la orientación planeada. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Figura 6

Formación de la cavidad de un frente



FUENTE: Manual de EXSA

Figura 7

Ubicación del arranque



FUENTE: Manual de EXSA

Métodos de arranque o corte

Se trata de los procedimientos que se efectúan durante un disparo específicamente en la parte inicial de este con el objetivo de ofrecer un primer orificio de corte. En términos técnicos existen dos opciones que son las siguientes:

1. Un corte con el taladro en orientación angular o tipo diagonal
2. Corte con el taladro en orientación paralela. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

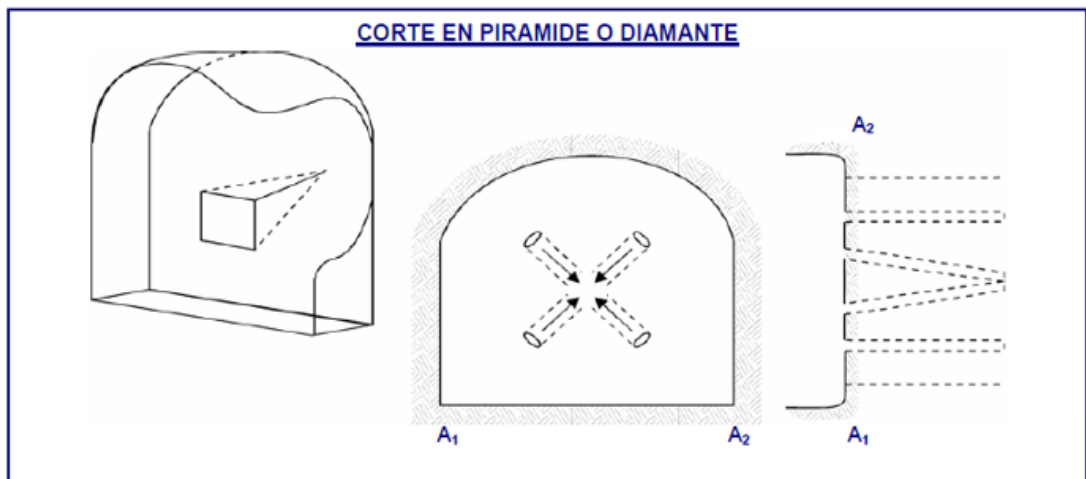
1. Corte en pirámide o diamante (Center cut)

Este tipo de corte requiere mínimamente de una configuración de cuatro taladros orientados hacia un eje en el que convergerán las orientaciones dichos taladros, este eje debe estar ubicado en la parte central de las orientaciones de los taladros, así como en el fondo de la sección a excavar.

Esta disposición permite que cuando se dispare el taladro cree un orificio de forma semejante a una pirámide. (EXSA, s.f.)

Figura 8

Corte en pirámide o diamante



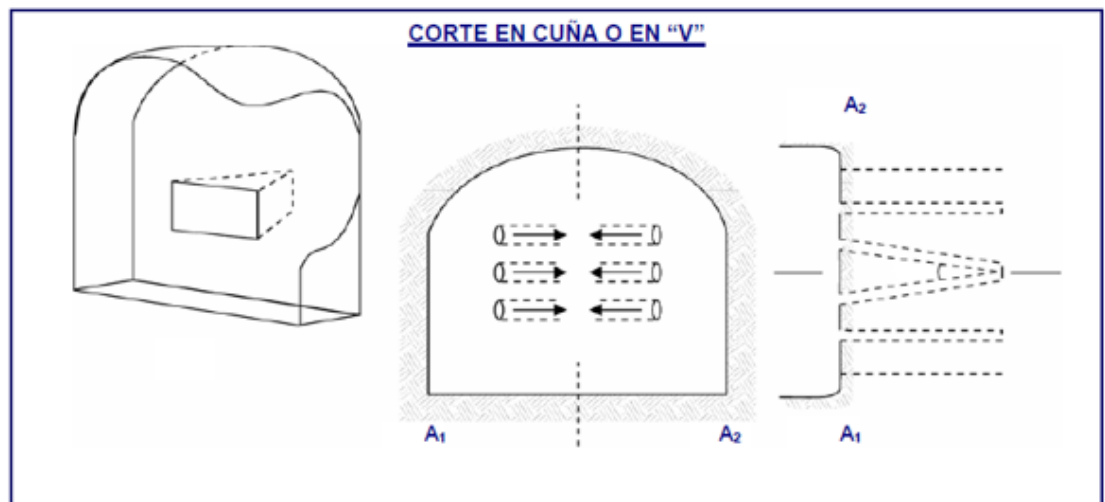
FUENTE: Manual de EXSA

2. Corte en cuña o en “v” (Wedge cut)

Este corte también requiere un mínimo de cuatro taladros, pero con la diferencia que en este caso se agrupan por pares para que coman en distintos niveles o planos, de manera que las orientaciones no busquen un solo eje central como en el caso del corte piramidal sino más bien que la sección resultante se abra en forma de cuña o comúnmente llamada forma pastel. Por sus características esta configuración resulta más fácilmente ejecutable, sin embargo, el avance que ofrece es más corto alcance cuando se trata de galerías estrechas debido a las dificultades que presenta este tipo de perforaciones. (EXSA, s.f.)

Figura 9

Corte en cuña o en V



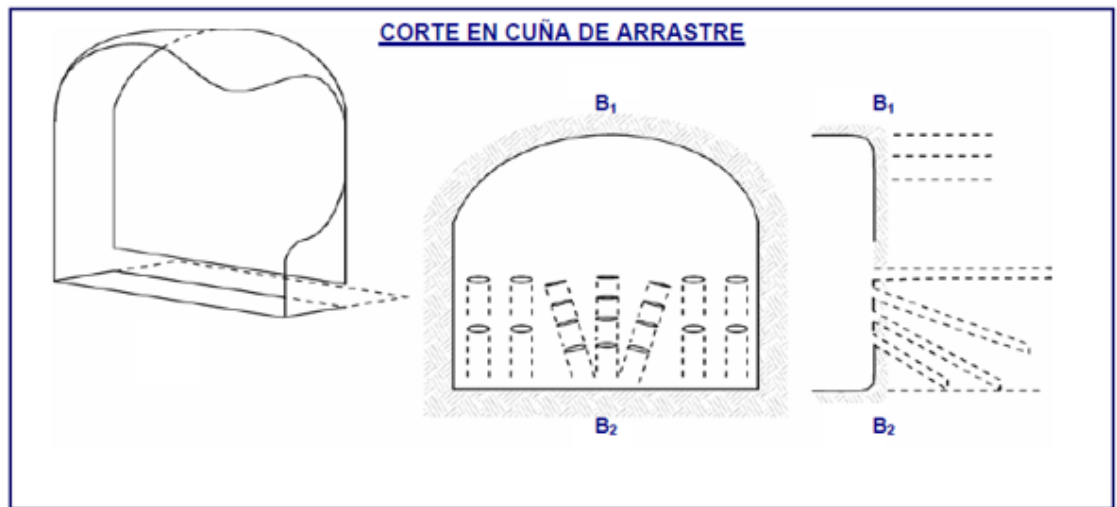
FUENTE: Manual de EXSA

3. Corte en cuña de arrastre (Drag o Draw cut)

“Es prácticamente un corte en cuña efectuado a nivel del piso de la galería de modo que el resto del destroce de la misma sea por desplome” (EXSA, s.f.)

Figura 10

Corte en cuña de arrastre



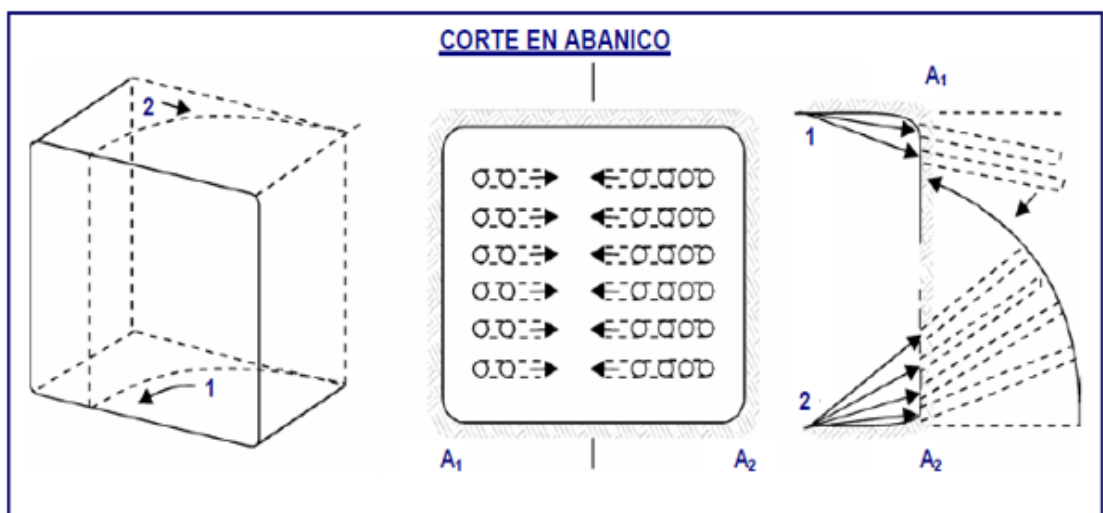
FUENTE: Manual de EXSA

4. Corte en abanico (Fan cut)

“Es similar al de arrastre, pero con el corte a partir de uno de los lados del túnel, disponiéndose los taladros en forma de un abanico (divergentes en el fondo)” (EXSA, s.f.)

Figura 11

Corte en abanico



FUENTE: Manual de EXSA

5. Corte combinado de cuña y abanico

“Usualmente recomendado para roca tenaz y dura, hasta elástica. Útil y muy confiable, aunque es difícil de perforar” (EXSA, s.f.)

6. Cortes en paralelo

“Como su nombre lo indica, se efectúan con taladros paralelos entre sí. Se han generalizado por el empleo cada vez mayor de máquinas perforadoras tipo Jumbo, que cuentan con brazos articulados en forma de pantógrafo para facilitar el alineamiento y dar precisión en la ubicación de los mismos en el frente de voladura” (EXSA, s.f.)

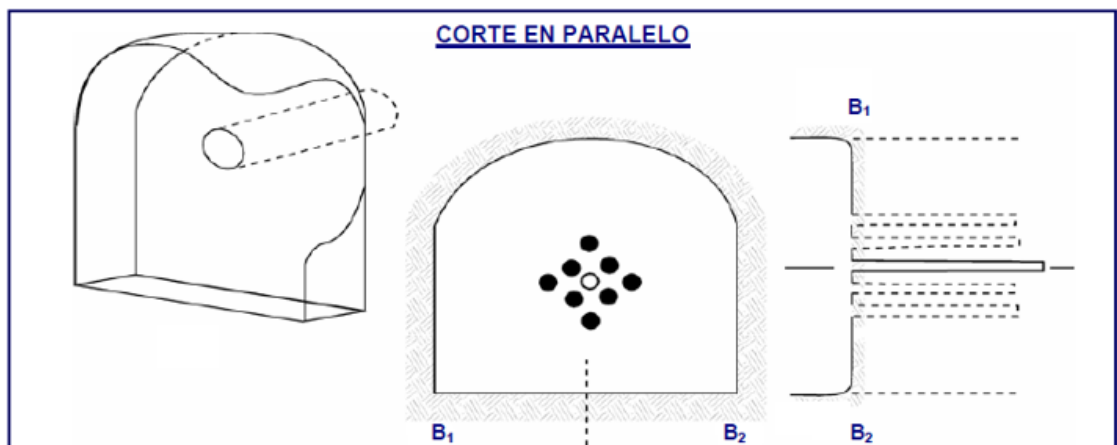
Tipos de cortes paralelos

Los esquemas básicos con taladros paralelos son:

- Corte quemado.
- Corte cilíndrico con taladros de alivio.
- Corte escalonado por tajadas horizontales

Figura 12

Corte en paralelo



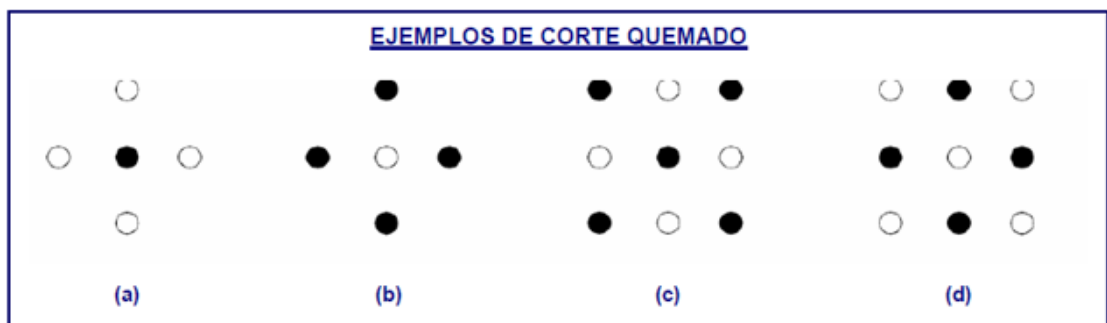
FUENTE: Manual de EXSA

Corte quemado

“Comprende a un grupo de taladros de igual diámetro perforados cercanamente entre sí con distintos trazos o figuras de distribución, algunos de los cuales no contienen carga explosiva de modo que sus espacios vacíos actúan como caras libres para la acción de los taladros con carga explosiva cuando detonan” (EXSA, s.f.)

Figura 13

Ejemplos de corte quemado



FUENTE: Manual de EXSA

Corte cilíndrico

“Este tipo de corte mantiene similares distribuciones que el corte quemado, pero con la diferencia que influye uno o más taladros centrales vacíos de mayor diámetro que el resto, lo que facilita la creación de la cavidad cilíndrica. Normalmente proporciona mayor avance que el corte quemado” (EXSA, s.f.)

Figura 14

Distancia entre el taladro central vacío y los taladros de arranque



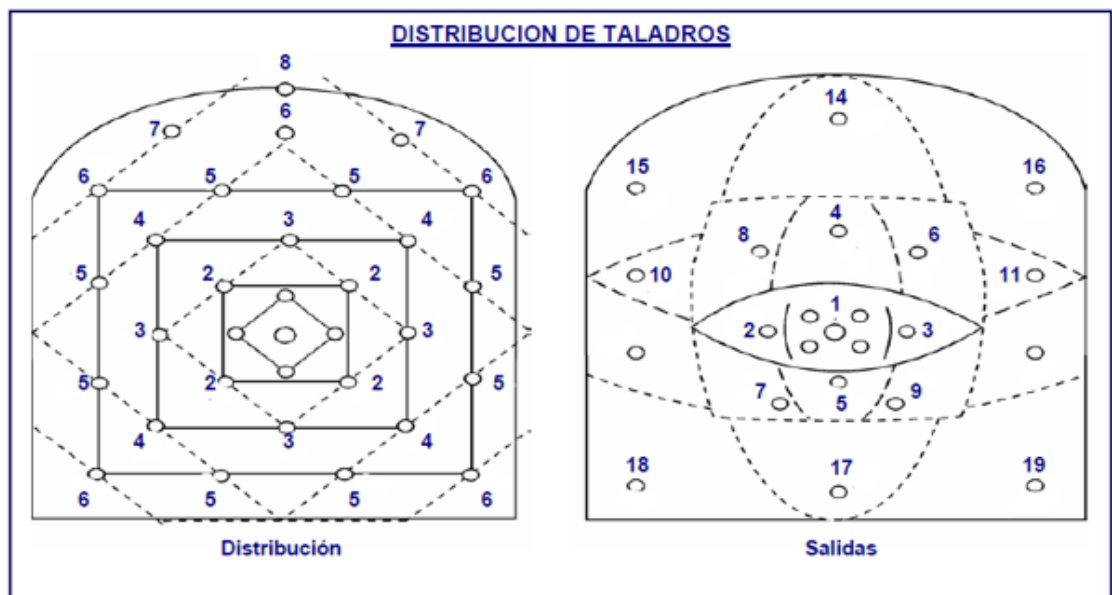
FUENTE: Manual de EXSA

Diseño básico para voladura subterránea en túnel

“El trazo o diagrama de distribución de taladros y de la secuencia de salida de los mismos presenta numerosas alternativas, de acuerdo a la naturaleza de la roca y a las características del equipo perforador, llegando en ciertos casos a ser bastante complejo” (ENAEX, s.f.)

Figura 15

Distribución de taladros



FUENTE: Manual de EXSA

Distribución y denominación de taladros

“Arranque o cueles

Son los taladros que se disparan primero, para formar la cavidad inicial. Por lo general se cargan de 1,3 a 1,5 veces más que el resto” (ENAEX, s.f.)

“Ayudas

Son los taladros que rodean a los taladros de arranque y forman las salidas hacia la cavidad inicial. De acuerdo a la dimensión del frente varía su número y distribución comprendiendo a las primeras ayudas (contracueles), segunda y terceras ayudas (taladros de destrozo o franqueo). Salen en segundo término” (ENAEX, s.f.)

“Cuadradores

Son los taladros laterales (hastiales) que forman los flancos del túnel” (ENAEX, s.f.)

“Alzas o techos

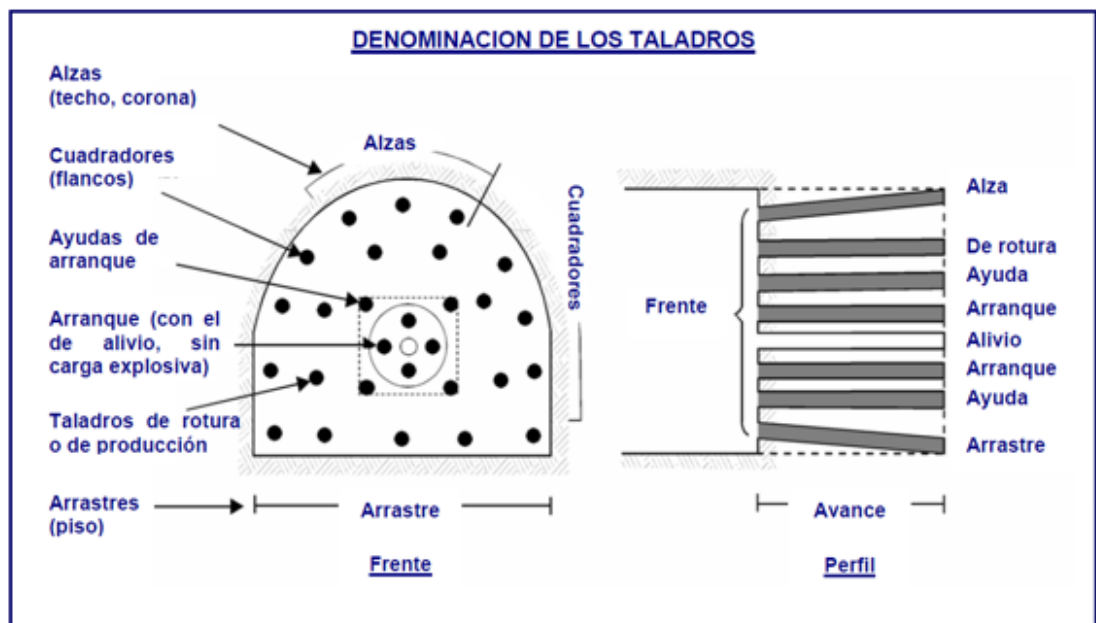
Son los que forman el techo o bóveda del túnel. También se les denominan taladros de la corona. En voladura de recorte o Smooth Blasting se disparan juntos alzas y cuadradores, en forma instantánea y al final de toda la ronda, denominándolos en general, taladros periféricos” (ENAEX, s.f.)

Arrastre o pisos

Son los que corresponden al piso del túnel o galería; se disparan al final de toda la ronda.

Figura 16

Denominación de los taladros



FUENTE: Manual de EXSA

2.3. Definición de términos básicos

Burden (B)

“También denominada piedra, bordo o línea de menor resistencia a la cara libre” (EXSA, s.f.)

Carga específica (CE)

“Llamado también consumo específico o factor de carga (Powder factor). Es la cantidad de explosivo necesaria para fragmentar 1 m³ o yd³ de roca. Se expresa en kg/m o lb/yd” (EXSA, s.f.)

Columna explosiva

“Es la parte activa del taladro de voladura, también denominada “longitud de carga” donde se produce la reacción explosiva y la presión inicial de los gases contra las paredes del taladro” (REPUBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, 2003)

Espaciamiento (E)

“Es la distancia entre taladros de una misma fila que se disparan con un mismo retardo o con retardos diferentes y mayores en la misma fila” (Ministerio de Energía Y Minas MEM - D.S. 024 - 2016, 2016)

Explosivos

“Los materiales explosivos son compuestos o mezclas de sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso, que por medio de reacciones químicas de óxido-reducción, son capaces de transformarse en un tiempo muy breve, del orden de una fracción de microsegundo, en productos gaseosos y condensados, cuyo volumen inicial se convierte en una masa gaseosa que llega a alcanzar muy altas temperaturas y en consecuencia muy elevadas presiones” (Ministerio de Energía Y Minas MEM - D.S. 024 - 2016, 2016)

Detonación

“Es un proceso físico-químico caracterizado por su gran velocidad de reacción y por la formación de gran cantidad de productos gaseosos a elevada temperatura, que adquieren una gran fuerza expansiva (que se traduce en presión sobre el área circundante)” (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Perforación específica

“Es el número de metros o pies que se tiene que perforar por cada m³ de roca volada” (EXSA, s.f.)

Perforación de rocas

“La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos o blast holes” (Ministerio de Energía Y Minas MEM - D.S. 024 - 2016, 2016)

Proceso de fracturamiento

“La fragmentación de rocas por voladura comprende a la acción de un explosivo y a la consecuente respuesta de la masa de roca circundante, involucrando factores de tiempo, energía termodinámica, ondas de presión, mecánica de rocas y otros, en un rápido y complejo mecanismo de interacción” (ENAEX, s.f.)

Velocidad de detonación (VOD)

“Velocidad de la onda de choque, en m/s, califica a los explosivos como detonantes y deflagrantes; a mayor velocidad mayor poder rompedor o brisance” (EXSA, s.f.)

Voladura de rocas

“De acuerdo a los criterios de la mecánica de rotura, la voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones dentro de taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento” (EXSA, s.f.)

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas, se tendrá en cuenta para la mejora de la voladura, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C

2.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica a.

Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías, se tendrá en cuenta para la mejora de la voladura, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C

Hipótesis específica b.

Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los sub niveles y chimeneas, se tendrá en cuenta para la

mejora de la voladura, Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para la hipótesis general

Calidad operacional de la voladura

Mejora de la voladura

2.5.2. Variables para la hipótesis específicas

Variable para la hipótesis específica a.

Calidad operacional de la voladura en galerías

Mejora de la voladura

Variable para la hipótesis específica b.

Calidad operacional de la voladura en sub niveles y chimeneas

Mejorar de la voladura

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable independiente. X=Mejora de la voladura.	Prácticas de mejora de la voladura.	Conjunto de acciones y técnicas implementadas para optimizar el proceso de voladura.	Selección de explosivos.	Tipo y calidad de explosivos utilizados.	Análisis comparativo de diferentes diseños de mallas de perforación en comparación con el óptimo estándar establecido.	Guías de observación. Reportes de perforación. Reportes de voladura.
			Diseño de malla de perforación.	Diseño de patrones de malla de perforación.		
			Control de la fragmentación.	Tamaño y distribución de fragmentos resultantes después de la voladura.		
Variable dependiente. Y=Calidad operacional de la voladura.	Nivel de efectividad y consistencia en el resultado de la voladura.	Tamaño y distribución de fragmentos, uniformidad de la fragmentación. Niveles de vibraciones y daños a la estructura circundante.	Tamaño promedio de los fragmentos. Registro de niveles de vibraciones y daños observados.	Tamaño de los fragmentos. Verificación de los niveles de vibraciones. Registro de daños observados.	Análisis de datos de la voladura en comparación con los estándares establecidos. Observación visual del frente volado.	Guías de observación. Archivos históricos. Reportes de voladura.

FUENTE: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizar será la investigación aplicada porque haremos un control operacional de la voladura en las galerías, sub niveles y chimeneas de la mina Yaruchagua respaldado por “Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías.” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003)

3.2. Nivel de investigación

En nivel de investigación será descriptivo y explicativo como dice “En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etcétera, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etcétera” (BERNAL, 2010)

3.3. Métodos de investigación

En método a aplicar es el método científico haciendo uso de los métodos específicos deductivo y de análisis, respaldado por “Este método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener

explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003)

3.4. Diseño de investigación

El diseño a emplear es el no experimental, debido a que no manipularemos las variables de la investigación, solo observaremos y verificaremos resultados del proceso que se viene llevando a cabo como dice “Investigación no experimental Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estará constituida por las labores subterráneas que están en plena operación

3.5.2. Muestra

La muestra tomada para la presente investigación será:

- Frentes de 6 y 8 pies, roca dura de 3 m x 3 m
- Frentes de 6 y 8 pies, roca semi dura de 3 m x 3 m

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó en nuestra investigación lo siguiente

3.6.1. Técnicas

Dentro de las técnicas que emplearemos en la tesis son:

- La observación
- La documental
- Verificación in situ de la voladura

3.6.2. Instrumentos

Dentro de los instrumentos contaremos con:

- Guías de observación
- Archivos de documentos
- Reportes de perforación
- Reportes de voladura

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

Se aplicará el método del alfa de Cronbach que se obtiene a partir de la covarianza (intercorrelaciones) entre ítems de una escala, la varianza total de la escala, y el número de reactivos que conforman la escala.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Realizado el trabajo de campo referente a la voladura tanto en galerías, sub niveles, chimeneas, así como la revisión de reportes de la voladura y perforación procederemos a realizar el procesamiento y análisis de los datos obtenidos para obtener los resultados de la investigación.

3.9. Tratamiento estadístico

Se someterá a un tratamiento en hojas Excel, media aritmética y desviación estándar.

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica.

En el desarrollo de la investigación tendremos en cuenta los valores y principios de la ética la moral practicando la veracidad, honestidad, responsabilidad, respetando los derechos de las personas y guardando la privacidad de la información.

Orientación Ética: La voladura en entornos subterráneos no solo tiene impactos técnicos y económicos, sino también ambientales y sociales. Es crucial considerar el impacto ético de las prácticas de voladura en el medio ambiente circundante, la seguridad de los trabajadores y las comunidades locales. Adopto

un enfoque ético en la investigación y aplicación de mejoras en la voladura garantiza que se minimicen los impactos negativos y se maximicen los beneficios para todas las partes involucradas.

Orientación Epistémica: La mejora de la voladura implica la generación y aplicación de conocimientos técnicos y científicos. Es fundamental cuestionar cómo se construyen y validan estos conocimientos en el campo de la ingeniería de voladuras. ¿Qué métodos y técnicas se consideran válidos para evaluar la calidad operacional de la voladura? ¿Cómo se garantiza la fiabilidad y validez de los datos recopilados? Explorar estas preguntas desde una perspectiva epistémica enriquece la comprensión de la voladura como campo de estudio.

Orientación Filosófica: La filosofía proporciona un marco conceptual para reflexionar sobre los fundamentos y presupuestos subyacentes en la mejora de la voladura. Al investigar la relación entre la calidad operacional de la voladura y la implementación de prácticas de mejora, es esencial considerar cuestiones filosóficas como la naturaleza del cambio y la mejora, la relación entre causa y efecto, y la ontología de los sistemas subterráneos. Se puede profundizar en las raíces conceptuales y metafísicas de la investigación en ingeniería de voladuras, lo que proporciona una base sólida para el desarrollo teórico y práctico en el campo.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Datos generales de la Mina

Ubicación

El Yacimiento Yaruchagua, se ubica en el paraje de Yaruchagua de la Comunidad Campesina de Pampania, distrito de Santa Ana de Tusi, provincia Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco.

Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Lima es como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1

Accesibilidad al yacimiento Yaruchagua

TRAMO	DISTANCIA	TIPO DE VIA
Lima-La Oroya-C de Pasco	315 km.	Asfaltado
C de Pasco- Vinchos-Mina	52 km	Asfaltado
Total	367 km	

FUENTE: Elaboración propia.

Resumen

La Mina Yaruchagua se ubica en la comunidad campesina de Pampania, distrito de Santa Ana de Tusi, provincia Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco.

El Yacimiento Yaruchagua consiste de un sistema de 7 vetas polimetálicas de Ag, Pb, Zn, Cu, Au, Sb, Vetas Yaruchagua, Clarita, Katherine, Tania, Angela, Jacqueline y Generosa., emplazadas en rocas sedimentarias y metamórfica del Grupo Excelsior del Devónico superior que han sido instruidas por intrusivos dioríticos a microdioríticos y granodiorita.

Regionalmente se encuentra en la franja de Yacimientos polimetálicos de Ag-Pb-Zn-Cu-Au (Milpo-Atacocha-Jogochuccho-Cabeza de Toro, Vinchos-Morococha); con lineamientos NWSE (Sistema Andino). Las vetas principales Yaruchagua y Clarita Estructuralmente son rellenos de falla de cizalla, tipo Lazo Cimoide, con una longitud aproximada de 600 metros y rumbo de N315° y buza 55°-75°NE.

La mineralización está constituida por sulfosales de plata (pirargirita, proustita) argentita, galena cristalizada, galena argentífera, esfalerita, esfalerita ferrosa (marmatita), estibinita, pirita, baritina, cuarzo hialino, cuarzo lechoso.

La estimación de Recursos Minerales y Potenciales en la Mina Yaruchagua del año 2015 fue de 274,000 Tn.

En el 2019 los Recursos Minerales y Potenciales es 8,760 TM; reservas probadas de 41,275 TM, reservas probables 13,293 TM y reservas potenciales 2,771 TM, estimadas con información de las galerías, subniveles, chimeneas y de los 53 sondajes diamantinos realizados en el 2018, en los niveles de Chosica, Katherine y Adela.

Historia del yacimiento

La mina ha sido trabajada antes de los años 80, luego en el año 1993. Del año 1993 al año 1996, la mina fue trabajada por la familia Berrospi, durante

el cual se construyó una carretera desde el desvío a la mina Vinchos, hasta el Yacimiento Yaruchagua, con una longitud de 13 Km.

Los bajos precios de los minerales y problemas de inversión, obligaron a paralizar las operaciones mineras hasta el año 2013, con nuevos accionistas, se reinicia la explotación y exploraciones. En el 2015 Glore Perú SAC continúa con la explotación y exploración de la Mina Yaruchagua.

4.1.2. Caracterización geomecánica

Clasificación geomecánica de la masa rocosa

El proceso de clasificación geomecánica de la masa rocosa implica canalizar e interpretar información desarrollado usando el sistema de Clasificación geomecánica RMR89 de Bieniawski, modificado por Romana el 2000. Los valores de resistencia a compresión de la roca fueron estimados usando el martillo Schmidt y muestra de laboratorio de estudios anteriores, los valores del índice de calidad de roca R.Q.D. fueron determinados mediante el registro volumétrico de diaclasas utilizando la relación propuesta por Palmstrom $RQD=115]3.3Jv$, Jv : Numero de discontinuidades/m³.

Según información obtenida en campo, se ha determinado la calidad de masa rocosa usando el sistema de clasificación geomecánica RMR89 de Bieniawski 1989, definiendo dominios geomecánicas en rangos de calidad según el criterio mostrado en la tabla 2.

En la zona Katherine TJ 080, se emplaza roca regular con resistencia a compresión que esta de 83 Mpa, con sistema de familia de discontinuidades bien marcados con relleno semiduro ha alterado. Realizando el análisis con RMR de Bieniawski]1989 se realiza el resumen del mapeo geomecanico ver (Figura 17).

Tabla 2

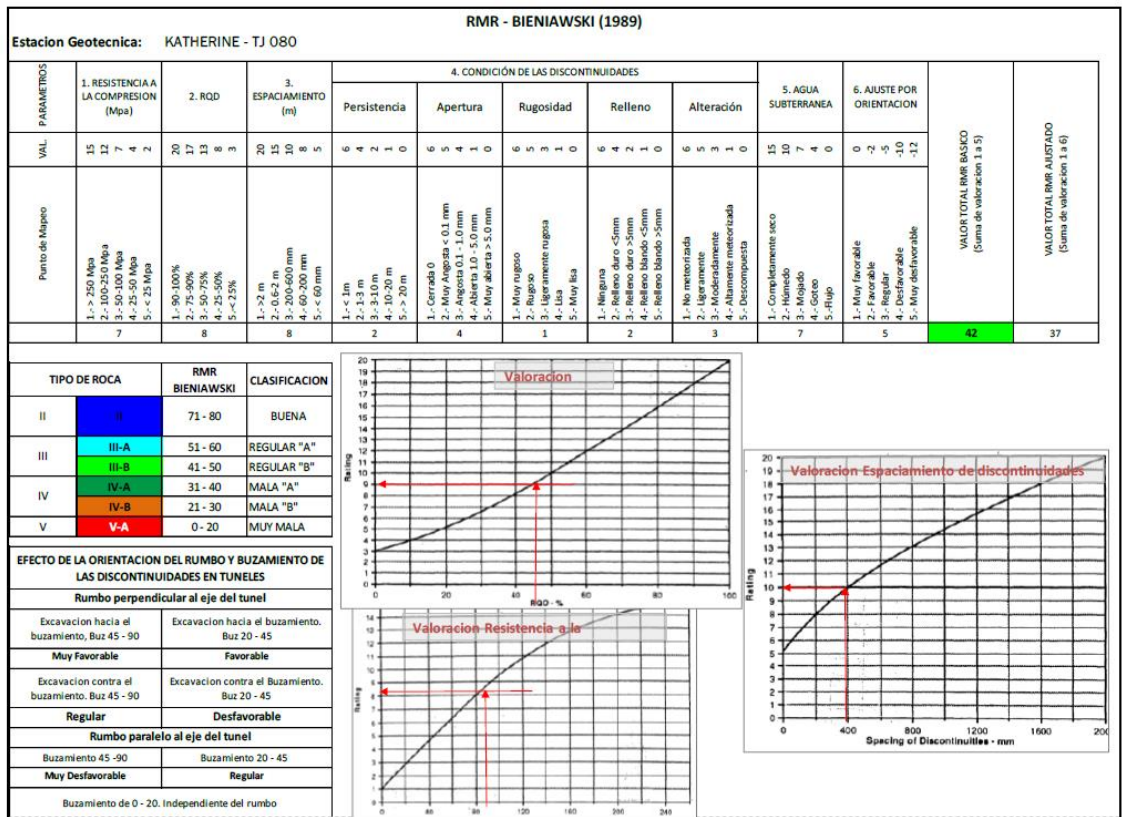
Criterios para la clasificación geomecánica

CODIGO	RANGO RMR	CLASE DE ROCA
II	80 - 61	Buena
IIIA	60 - 51	Regual A
IIIB	50 - 41	Regular B
IVA	40 - 31	Mala A
IVB	30 - 21	Mala B
V	< 20	Muy Mala

FUENTE: Glore Perú SAC

Figura 17

Mapeo con RMR de Bieniawski Tajo TJ 080

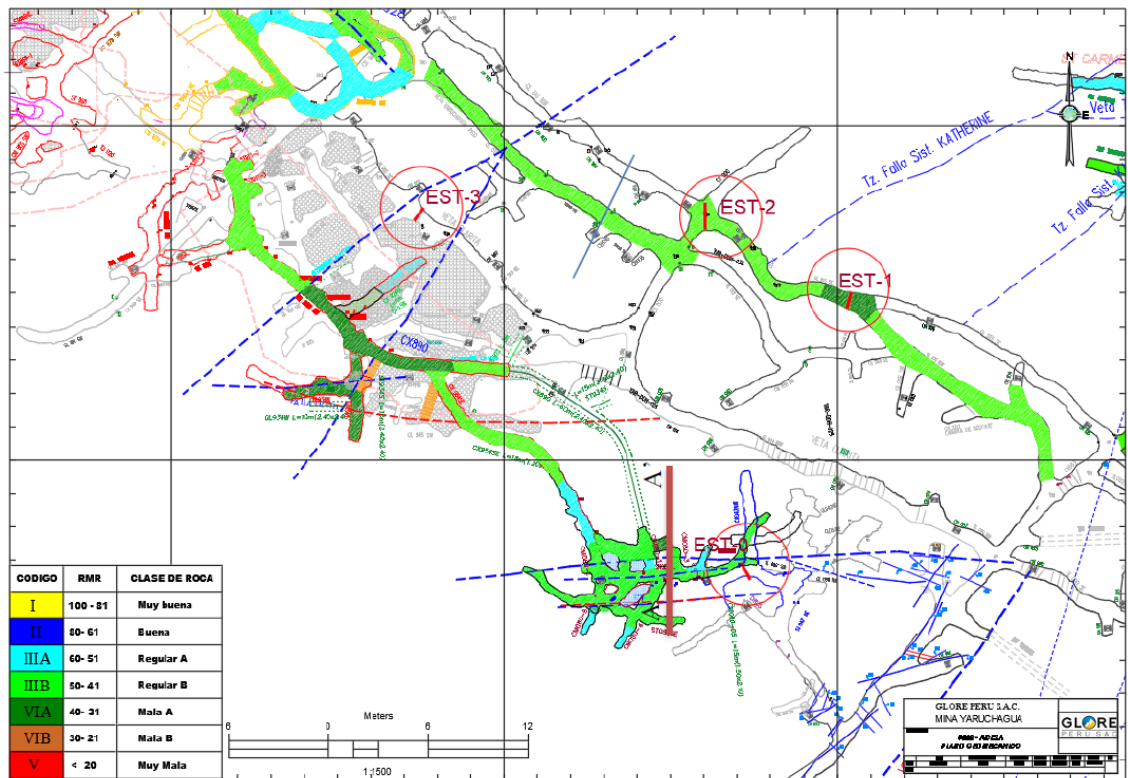


FUENTE: Glore Perú SAC

Al realizar el mapeo con estación geomecánica se determina masa rocosa regular (IIIB) con RMR igual a 42. De igual forma se realiza el mapeo geomecánico en campo, verificando las condiciones estructurales y masa rocosa, ver (Figura N° 18).

Figura 18

Mapeo geomecánico del TJ 080



FUENTE: Glore Perú SAC

Se ve que el mapeo geomecánico del TJ 080, está emplazado en roca regular (IIIB y IVA) con presencia de fallas locales y sistema de discontinuidades el cual forman cuñas y bloques sueltos en corona y hastiales.

Figura 19

Parámetros Geomecánicos de la mina Yaruchagua

PROYECTO		RESULTADOS: ENSAYOS DE MECÁNICA DE ROCAS EN LABORATORIOS _ MINA YARUCHAGUA									
		UBICACIÓN DE MUESTRAS	ENSAYO NORMA	PROPIEDADES FÍSICAS	COMPRESIÓN UNIAxIAL	CARGA PUNTUAL	COMPRESIÓN TRIAXIAL			CONSTANTES ELÁSTICAS	
				ASTM-2216-02	ASTM-D2938	ASTM-D5731	ASTM-2664-95			ASTM-D3148	
				PROPIEDADES	γ (KN/m3)	σ (Mpa)	σ (Mpa)	c (Mpa)	f(°)	mi	E (Gpa)
GLSA. 002/18/LMR	Nv.3980, Tj.024NW	Caja Techo	CT	26.74	99.73	-	34.67	45.01	13.00	19.20	0.20
		Veta Clarita	M	43.17	41.36	-	9.44	48.59	20.07	9.39	0.15
		Caja Piso	CP	26.80	52.76	-	11.65	50.48	19.61	11.19	0.15
	Nv.4015, Tj.864SE	Caja Techo	CT	26.80	47.50	-	11.12	48.76	18.08	13.62	0.13
		Veta Yaruchagua	M	27.44	96.00	-	15.84	40.24	8.61	12.88	0.15
		Caja Piso	CP	26.64	162.33	-	17.72	46.53	13.28	20.20	0.18
	Nv.4015	Cx. Chosica-bocamina	A1	-	-	88.78	-	-	-	-	-
	Nv.4015	Caja Techo, Yaruchagua	B-2	-	-	27.25	-	-	-	-	-
	Nv.4015	Caja Piso, Yaruchagua	B-3	-	-	140.34	-	-	-	-	-
	Nv.3980	Cx. Katherine	R1+140	-	-	43.98	-	-	-	-	-
	Cx.Verónica	Verónica	C-1	-	-	9.38	-	-	-	-	-
	Gal. Verónica	Veta Verónica	D-1	-	-	87.32	-	-	-	-	-

*Nota: * Resultados de ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Rocas de la Empresa "Geomecánica Latina S.A.*

FUENTE: Glore Perú SAC

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Diagnóstico de la perforacion y voladura en la mina

Verificación de la perforacion y voladura en campo PR-060 NV-3930

ADELA

Figura 20

Personal realizando perforacion de frente



FUENTE: Propia.

Figura 20

Personal realizando perforacion de frente



FUENTE: Propia.

Figura 21

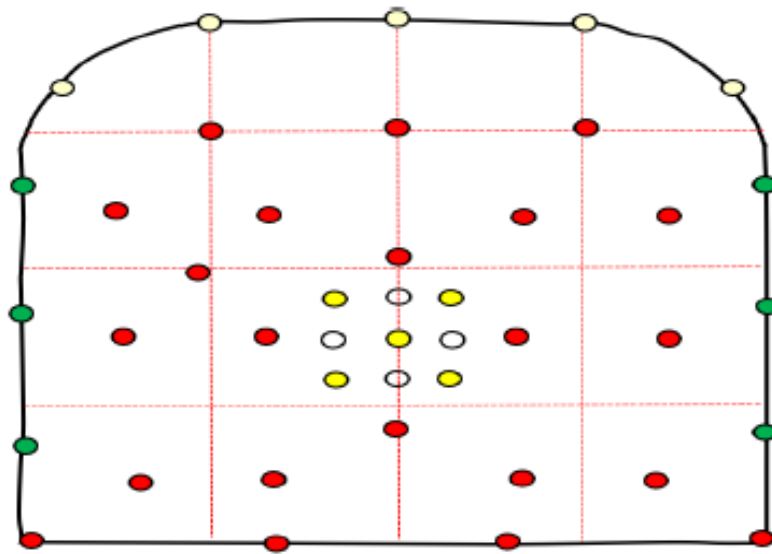
Frente perforado y malla realizada



FUENTE: Propia.

Figura 21

Frente perforado y malla realizada



FUENTE: Propia.

Figura 22

Personal realizando carguío del frente



FUENTE: Propia.

Figura 21

Frente perforado y malla realizada

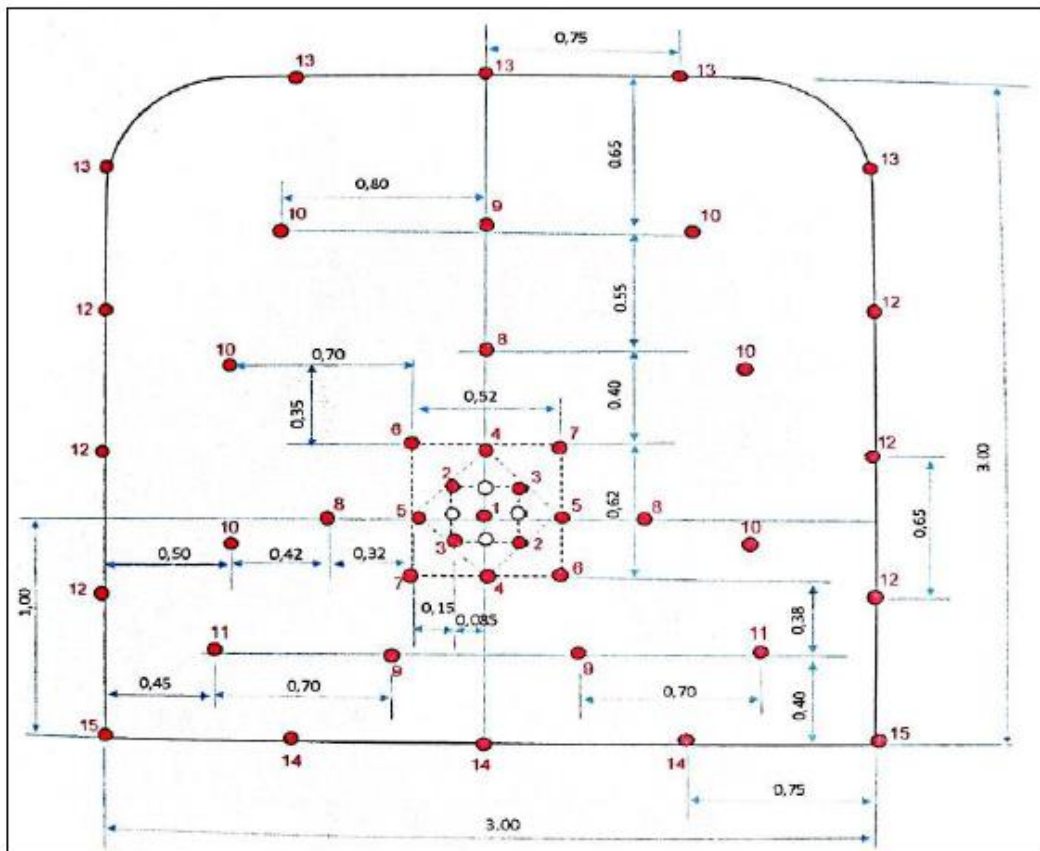


FUENTE: Propia.

No se cumple con el diseño de malla, el diseño es distinto, además falta una ayuda lado derecho y un taladro de arrastre.

Figura 23

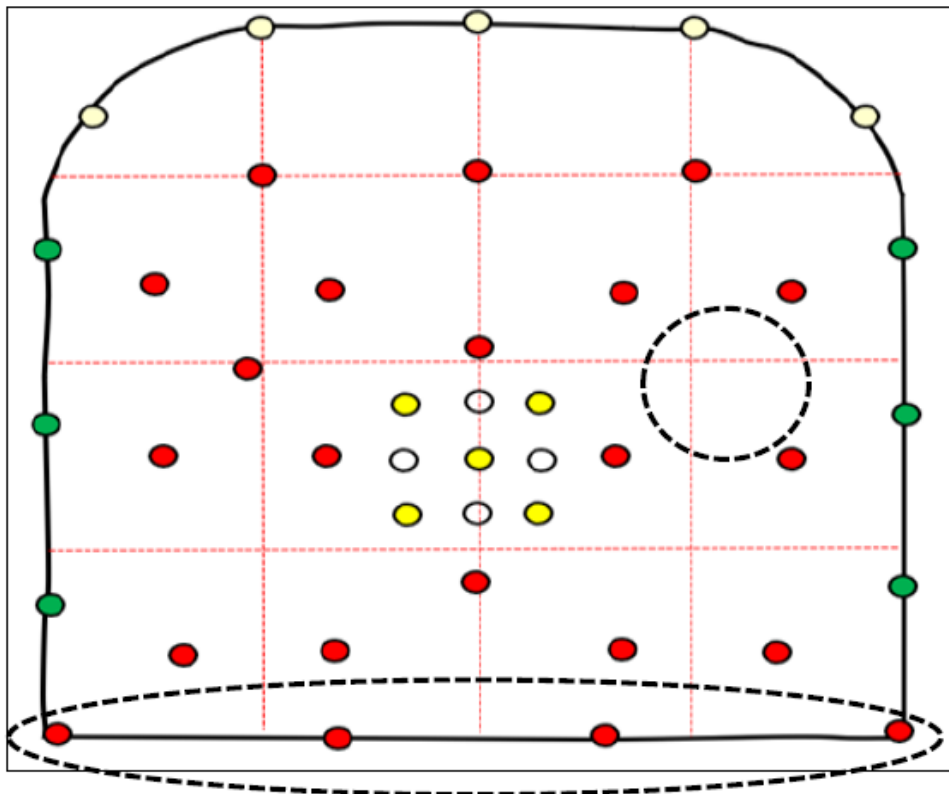
Diseño de malla planificado



FUENTE: Propia.

Figura 24

Diseño de la malla realizado no correcto



FUENTE: Propia.

Al realizar las mediciones de la desviación de taladros, se observa que se usan guidores inadecuados así tenemos en un metro de avance se tiene 6 cm de desviación y en 2 metros de avance se tiene 12 cm de desviación se ve que no hay paralelismo de los taladros

Figura 25

Medición 9 cm al inicio de la perforacion



FUENTE: Propia.

Figura 26

Medición 6 cm proyectando 0.5 m.



FUENTE: Propia.

Vemos que todos los empalmes se realizan con alambre el cual no es adecuado, porque, uno por seguridad se puede escapar y golpear a alguien, en la parte operativa ocasiona fuga de aire comprimido

Figura 27

Empalmes unidos con alambre

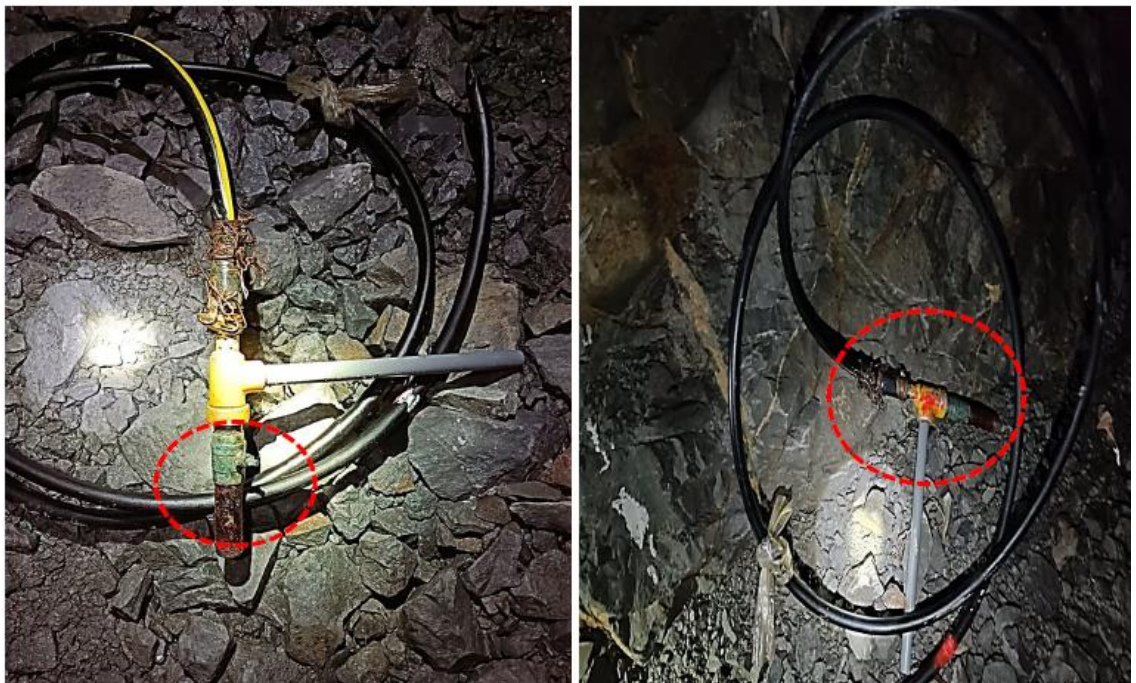


FUENTE: Propia.

Se observa que los cargadores de anfo se encuentran en mal estado no tienen válvula de control, se encuentra amarrado con alambres.

Figura 28

Cargadores de anfo en mal estado



FUENTE: Propia.

Se observa que no se usa machillas para los accesorios, y se cuelgan los accesorios en lugares inadecuados

Figura 29

Accesorios de voladura ubicados en cualquier lugar



FUENTE: Propia.

Se observa en los tacos de 0.30 a 0.50 cm que no hubo paralelismo de los taladros razón de ello el taqueo

Figura 30

Presencia de tacos debido a que no hay paralelismo



FUENTE: Propia.

En resumen, diremos:

En perforación

- No se cumple con diseño de malla perforación varios taladros no se realizan.
- No se realiza un buen pintado de la malla perforación
- Longitud de perforación desigual.
- Espaciamiento entre taladro y taladro no es uniforme.
- Falta paralelismo (los atacadores usan como guidores, pero no es adecuado tiene que ser mismo diámetro taladro)
- Guidores inadecuados.
- La presión del aire no es uniforme no hay donde medir requiere más pulmones para mantener el aire comprimido con una presión constante de mayores a 60 psi.
- Todas las mangueras que están conectadas a la máquina perforadora (Jackleg) tienen fuga de aire los amarres son con alambre el cual no es adecuado.

En carguío

- No se realiza sopleteo o limpieza de los taladros antes de realizar el carguío.

- El cebado de los cartuchos es inadecuado.
- Faneles muy pequeños para la longitud de taladro 8 pies 2.4 m se requiere fanel de 2.8 m o 3m.
- No se utiliza tacos de arcilla como retenedores de energía.
- No se puede verificar la presión de aire en carguío debería ser mayor a 60 psi.
- Los cargadores de anfo se encuentran en mal estado.

4.2.2. Evaluación de la perforación y voladura en roca dura y semi dura

Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 pies de longitud y ROCA DURA

Tabla 3

Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 pies de longitud y ROCA DURA

DATOS DE CAMPO	UNIDAD	Emulsión 6 pies	ANFO 6 PIES (+)	ANFO 6 pies (-)	ANFO 6 pies (+) Fanel	ANFO 6 pies (-) Fanel
Nivel		Adela 3920	Adela 3920	Adela 3920	Adela 3920	Adela 3920
Estructura		Desmante	Desmante	Desmante	Desmante	Desmante
Densidad	Tn/m3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Dureza de la roca		Dura	Dura	Dura	Dura	Dura
Sección: Ancho	m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Alto	m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Longitud de taladro	m	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
Diámetro de taladro	mm	38	38	38	38	38
Taladros cargados	Unidad	36	36	36	36	36
Taladros de alivio	Unidad	4	4	4	4	4
Taladros perforados	Unidad	40	40	40	40	40
Metros perforados	m	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8
Accesorios de voladura						
Carmex de 2.1 m	pza.	36	36	36	2	2
Fanel PL de 2.40 m	pza.				36	36
Cordón Detonante 5P	m				14	14
Mecha rápida Z -18	m	10	10	10	0.1	0.1
Explosivos						
Emulnor5000 11/4"x12" (94 ct/cj)	cartuchos					
Emulnor5000 11/8"x8" (168 ct/cj)	cartuchos	22	13	13	13	13
Emulnor3000 1"x12" (144 ct/cj)	cartuchos	144				
Emulnor3000 1"x8" (228 ct/cj)	cartuchos		41	71	41	71
Emulnor1000 1"x12" (150 ct/cj)	cartuchos	18	18	18	18	18
Emulnor1000 1"x8" (230 ct/cj)	cartuchos					
Emulnor500 1"x8" (294 ct/cj)	cartuchos					
ANFO	kg		30.93	25.27	30.93	25.27
TOTAL PESO EXPLOSIVO	kg	31.27	40.36	37.99	40.35	37.99
RESULTADOS						
Avance promedio	m	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
Taco promedio	m	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Eficiencia de perforacion	%	90	90	90	90	90
Porcentaje de avance	%	95	95	95	95	95
Volumen roto	m3	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
Tonelaje roto	tn	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
Factor de avance	Kg/m	20.32	26.22	24.69	26.22	24.69

FUENTE: Elaboración propia

Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 8 pies de longitud y ROCA DURA

Tabla 4

Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 8 pies de longitud y ROCA DURA

DATOS DE CAMPO	UNIDAD	Emulsiones 8 pies Fanel	ANFO 8 pies (+) Fanel	ANFO 8 pies (-) Fanel
Nivel		Adela 3920	Adela 3920	Adela 3920
Estructura		Desmonte	Desmonte	Desmonte
Densidad	Tn/m3	2.3	2.3	2.3
Dureza de la roca		Dura	Dura	Dura
Sección: Ancho	m	2.40	2.40	2.40
Alto	m	2.40	2.40	2.40
Longitud de taladro	m	2.22	2.22	2.22
Diámetro de taladro	mm	38	38	38
Taladros cargados	Unidad	37	37	37
Taladros de alivio	Unidad	4	4	4
Taladros perforados	Unidad	41	41	41
Metros perforados	m	91.0	91.0	91.0
Accesorios de voladura				
Carmex de 2.1 m	pza.	2	2	2
Fanel PL de 2.40 m	pza.	37	37	37
Cordón Detonante 5P	m	14	14	14
Mecha rápida Z -18	m	0.1	0.1	0.1
Explosivos				
Emulnor5000 11/4"x12" (94 ct/cj)	cartuchos			
Emulnor5000 11/8"x8" (168 ct/cj)	cartuchos	13	13	13
Emulnor3000 1"x12" (144 ct/cj)	cartuchos	209		
Emulnor3000 1"x8" (228 ct/cj)	cartuchos		34	79
Emulnor1000 1"x12" (150 ct/cj)	cartuchos	44.89	57.58	54.33
Emulnor1000 1"x8" (230 ct/cj)	cartuchos			
Emulnor500 1"x8" (294 ct/cj)	cartuchos			
ANFO	kg		45.25	37.07
TOTAL PESO EXPLOSIVO	kg	37.99	40.35	37.99
RESULTADOS				
Avance promedio	m	2.11	2.11	2.11
Taco promedio	m	0.11	0.11	0.11
Eficiencia de perforacion	%	93	93	93
Porcentaje de avance	%	95	95	95
Volumen roto	m3	12.1	12.1	12.1
Tonelaje roto	tn	27.9	27.9	27.9
Factor de avance	Kg/m	21.28	27.30	25.76

FUENTE: Elaboración propia.

Para poder realizar el control de la perforación y voladura en frentes de 2.4 m x 2.4 m y 6 pies y 8 pies de taladro en rocas dura y semi dura se tomó encuentra los siguientes datos: datos de campo, accesorios de voladura, consumo de explosivos, volumen volado, tonelaje obtenido, factor de avance, avance promedio.

Luego se controló parámetros para cada tipo de explosivo usado en la voladura, pasando a realizar un detalle para cada explosivo.

4.2.3. Control de la perforación y voladura en desmonte sección 2.4m x 2,4m, 6 pies de longitud, ROCA DURA

El control de la perforación y voladura se realizó en frente cuyas secciones fueron de 2.4 m x 2.4 m, 6 pies de longitud, en roca dura empleando los explosivos siguientes.

- E-5000 1 1/8"X8
- E-3000 1"X8"
- E-1000 1"X12"
- Anfo

Para lo cual se realizaron 9 pruebas diferentes usando emulsiones y anfo en cantidades diferentes, como se muestran a continuación.

Control de la perforación y voladura en desmonte sección 2.4m x 2,4m – EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA DURA

Control de la perforación y voladura en desmonte sección 2.4m x 2,4m – EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA DURA

Tabla 5

Control de perforación y voladura en desmonte sección 2.4m x 2,4m – EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto 8.9 m³
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

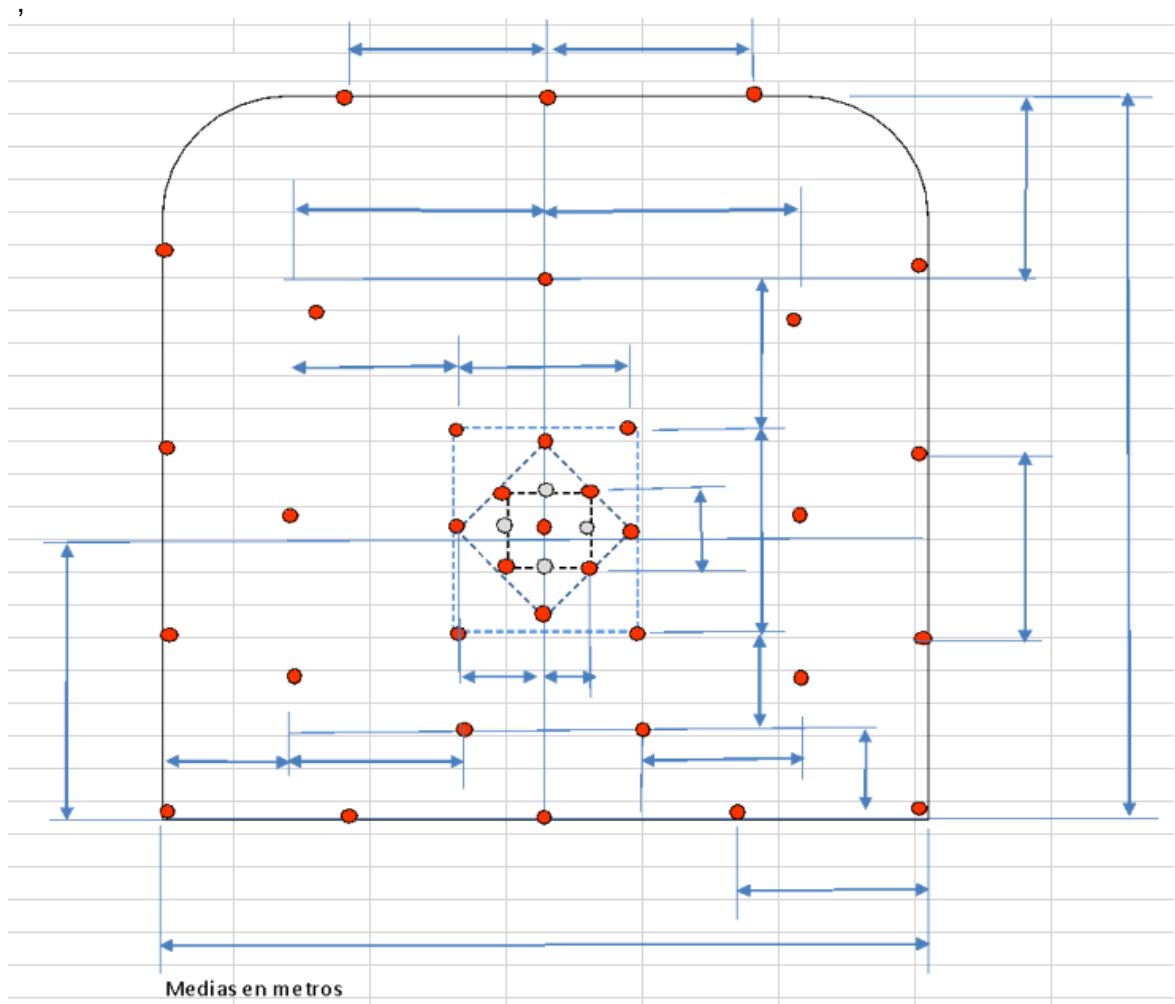
Ubicación del taladro	N° tal	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X8"		E-1000 1"X12"		N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacada
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT .cart	Cart/tal	subT .cart				
Arranque	5	1	5	5	25			30	5.08	1.47	0.15
1ra ayuda de arranque	4	1	4	5	20			24	4.07	1.47	0.15
2da ayuda de arranque	4	1	4	5	20			24	4.07	1.47	0.15
Ayuda de corona	3	1	3	4	12			15	2.53	1.21	0.41
Ayuda de hastiales	2	1	2	4	8			10	1.69	1.21	0.41
Ayuda de arrastre	4	1	4	4	16			20	3.37	1.21	0.41
Hastiales	6			2	12	2	12	24	4.08	1.04	0.58
Corona	3			2	6	2	6	12	2.04	1.04	0.58
Arrastre	5			5	25			25	4.34	1.30	0.32
TOTAL	36		22		144		18	184	31.27		
CARGA TOTAL EN FRENTE DE 2.40 m X 2.40 m								31.27 kg.			
Avance/disparo								1.54 m			
FACTOR DE AVANCE								20.3 kg/m			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 36 taladros, con una carga total de 31.27 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 22 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 22 cartuchos, E-1000 1"X12" con 144 cartuchos, con un total de 184 cartuchos y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 20.3 kg/m

Figura 31

Malla de perforación en desmonte sección 2.4m x 2,4m – EMULSIONES, 6' longitud, ROCA DURA



FUENTE: Propia.

Control de la perforación y voladura en desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA

Tabla 6

Control de la perforación y voladura en desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA

- Tipo de roca. DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto. 8.9 m³
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

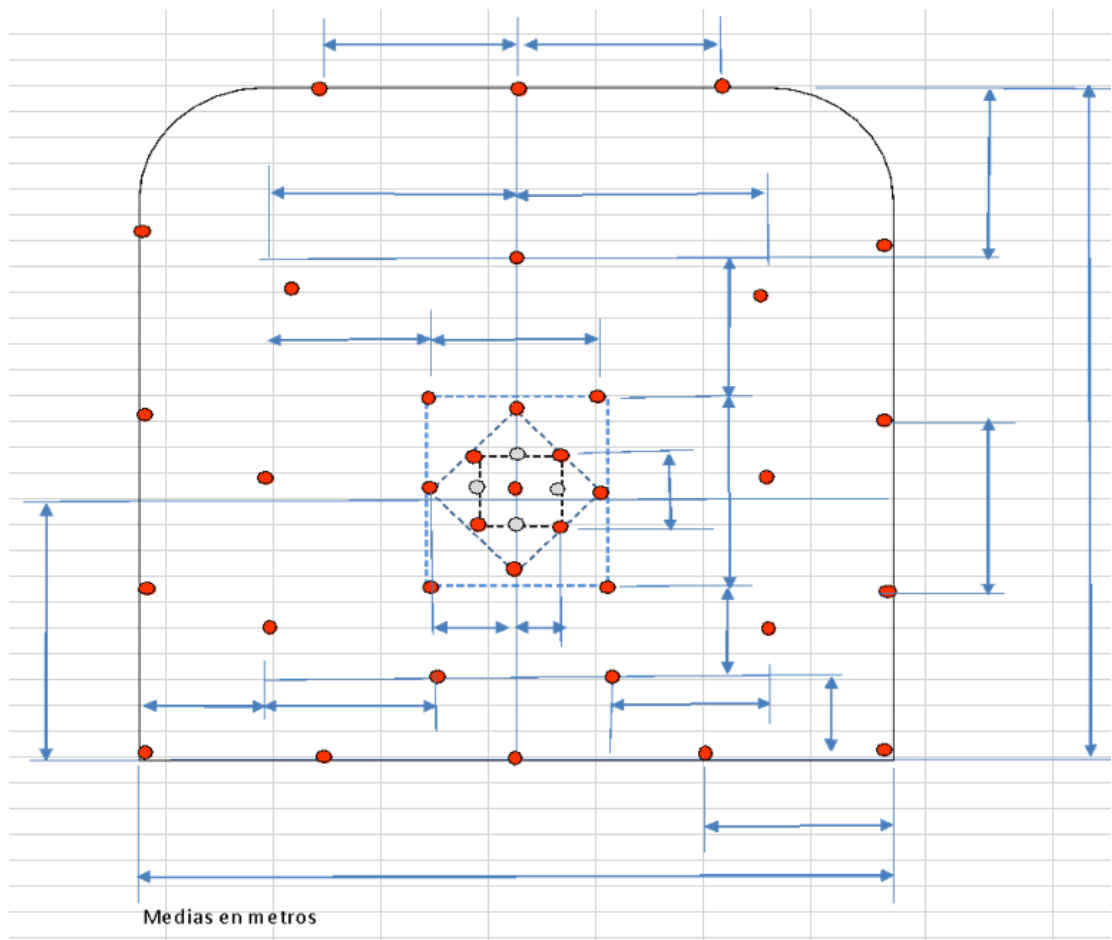
Ubicación del tal.	N° tal	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X8"		E-1000 1"X12"		Longitud cargada con Anfo (m/tal)	Kg de Anfo	N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacada
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	5	1	5		0			1.22	6.16	5	6.90	1.42	0.20
1ra ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
2da ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
Ayuda de corona	3			1	3			1.02	3.09	3	3.42	1.22	0.40
Ayuda de hastiales	2			1	2			1.02	2.06	2	2.28	1.22	0.40
Ayuda de arrastre	4			1	4			1.02	4.12	4	4.56	1.22	0.40
Hastiales	6			3	18	2	12			30	3.97	1.10	0.52
Corona	3			3	9	2	6			15	1.99	1.10	0.52
Arrastre	5			1	5			1.12	5.65	5	6.20	1.32	0.30
TOTAL	36		13		41		18		30.9	72	40.36		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									40.36 kg				
AVANCE/DISPARO									1.54 m				
FACTOR DE AVANCE									26.22 kg/m				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 36 taladros, con una carga total de 40.36 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 41 cartuchos, E-1000 1"X12" con 18 cartuchos, con un total de 72 cartuchos, 30.9 kg de anfo y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 26.22 kg/m

Figura 32

*Malla de perforación en desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies,
(GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA*



FUENTE: Propia.

Control de la perforación y voladura en desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (GRADIENTE NEGATIVA) ROCA

DURA

Tabla 7

Control de la perforación y voladura desmonte sec 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (GRADIENTE NEGATIVA) ROCA

DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto. 8.9 m³
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

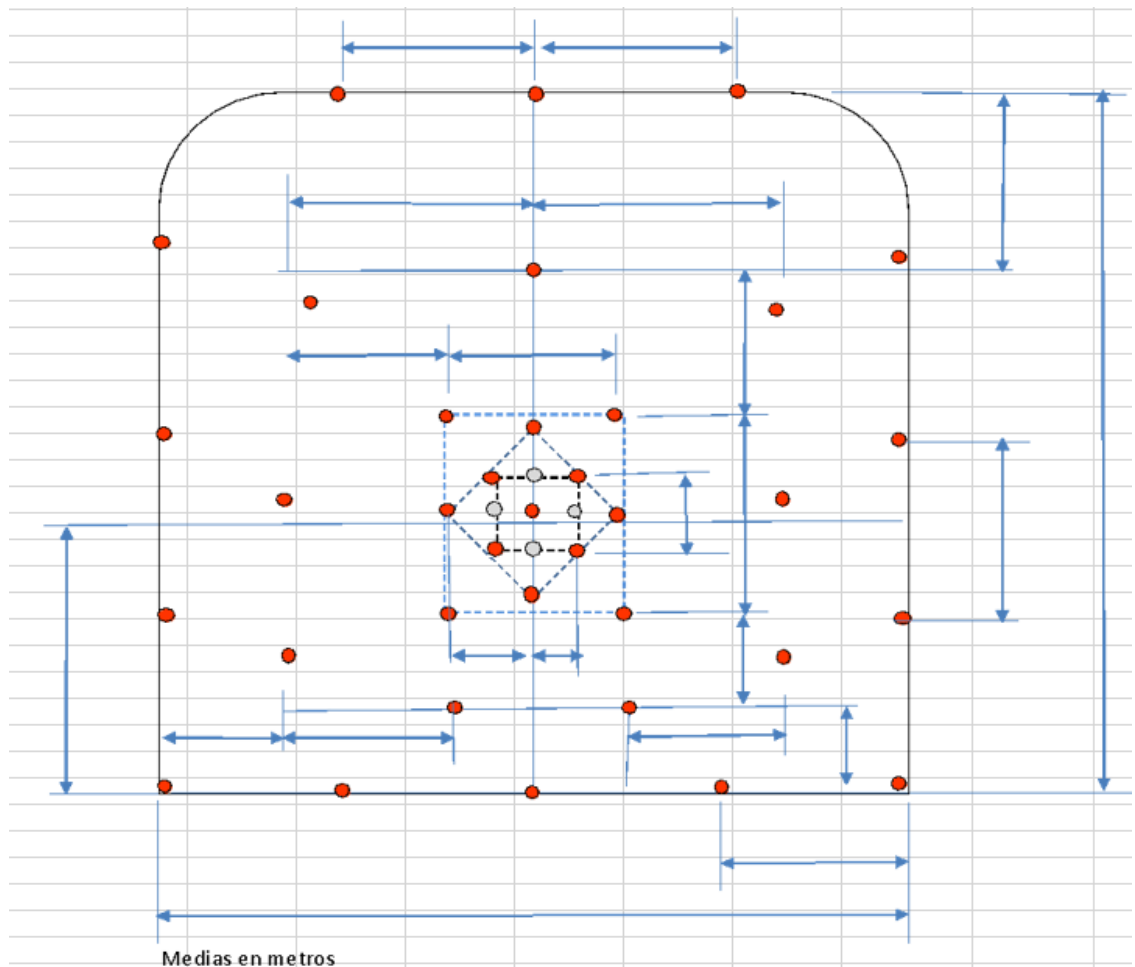
Ubicación del tal.	N° tal	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X8"		E-1000 1"X12"		Longitud cargada con Anfo (m/tal)	Kg de Anfo	N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacada
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	5	1	5		0			1.22	6.16	5	6.90	1.42	0.20
1ra ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
2da ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
Ayuda de corona	3			1	3			1.02	3.09	3	3.42	1.22	0.40
Ayuda de hastiales	2			1	2			1.02	2.06	2	2.28	1.22	0.40
Ayuda de arrastre	4			1	4			1.02	4.12	4	4.56	1.22	0.40
Hastiales	6			3	18	2	12			30	3.97	1.10	0.52
Corona	3			3	9	2	6			15	1.99	1.10	0.52
Arrastre	5			7	35					35	3.84	1.28	0.34
TOTAL	36		13		71		18		25.3	102	37.99		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									37.99 kg				
AVANCE/DISPARO									1.54 m				

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 36 taladros, con una carga total de 37.99 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 71 cartuchos, E-1000 1"X12" con 18 cartuchos, con un total de 102 cartuchos, 25.3 kg de anfo y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 24.7 kg/m

Figura 33

Malla de perforación en desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (GRADIENTE NEGATIVA) ROCA DURA



FUENTE: Propia.

**Control de perforación y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE POSITIVA)
ROCA DURA**

Tabla 8

Control de la perforación y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6' de longitud, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto. 8.9 m³
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

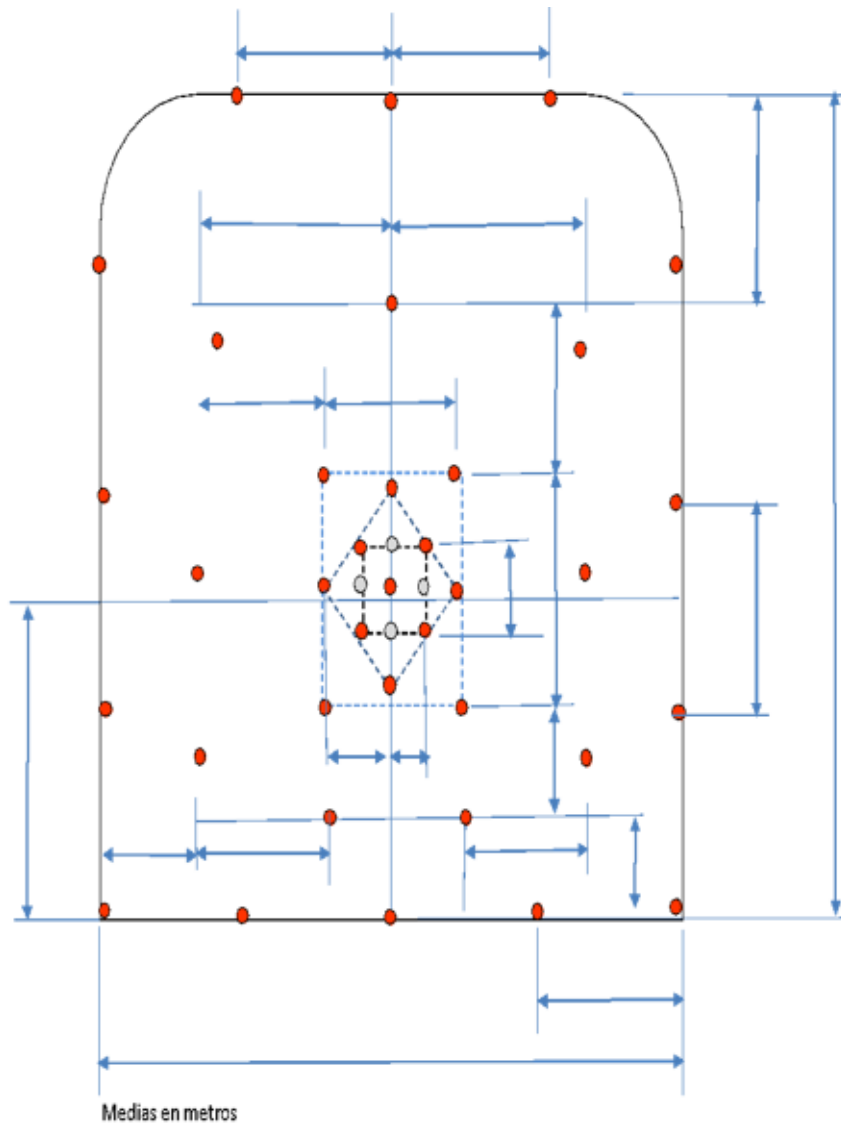
Ubicación del tal.	N° tal	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X8"		E-1000 1"X12"		Longitud cargada con Anfo (m/tal)	Kg de Anfo	N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacada
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	5	1	5		0			1.22	6.16	5	6.90	1.42	0.20
1ra ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
2da ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
Ayuda de corona	3			1	3			1.02	3.09	3	3.42	1.22	0.40
Ayuda de hastiales	2			1	2			1.02	2.06	2	2.28	1.22	0.40
Ayuda de arrastre	4			1	4			1.02	4.12	4	4.56	1.22	0.40
Hastiales	6			3	18	2	12			30	3.97	1.10	0.52
Corona	3			3	9	2	6			15	1.99	1.10	0.52
Arrastre	5			1	5			1.12	5.65	5	6.20	1.32	0.30
TOTAL	36		13		41		18		30.9	72	40.36		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									40.36 kg				
AVANCE/DISPARO									1.54 m				
FACTOR DE AVANCE									26.22 kg/m				

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 36 taladros, con una carga total de 40.36 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 41 cartuchos, E-1000 1"X12" con 18 cartuchos haciendo un total de 72 cartuchos y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 26.22 kg/m

Figura 34

Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE POSITIVA) ROCA DURA



FUENTE: Propia.

Control de perforación y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE PISITIVA)
ROCA DURA

Tabla 9

Control de la perforación y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO,FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE PISITIVA)

ROCA DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto. 8.9 m³
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

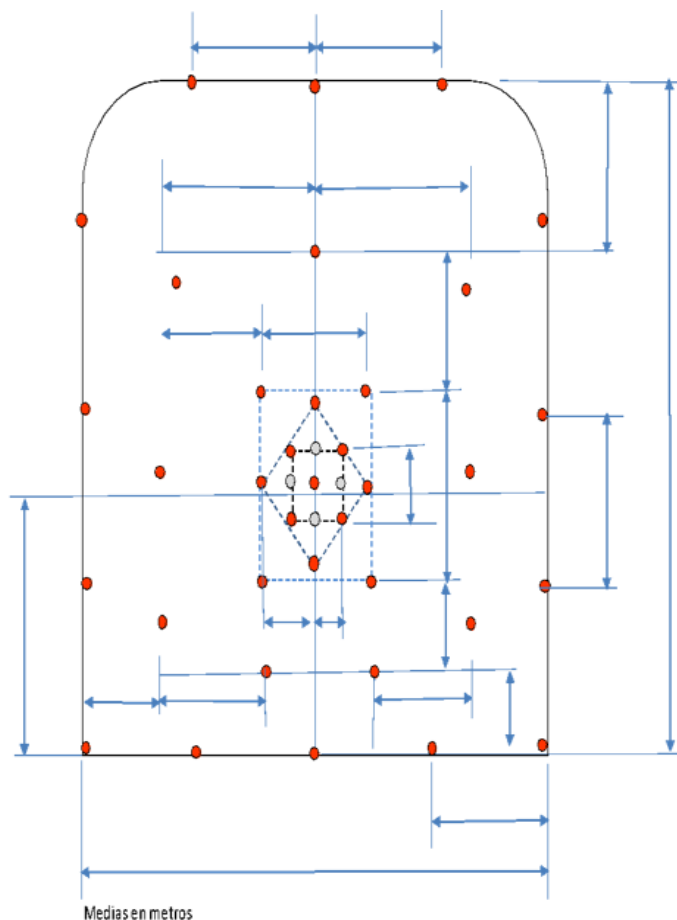
Ubicación del tal.	N° tal	E-5000 1 1/8"X8"		E-3000 1"X8"		E-1000 1"X12"		Longitud cargada con Anfo (m/tal)	Kg de Anfo	N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacada
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	5	1	5		0			1.22	6.16	5	6.90	1.42	0.20
1ra ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
2da ayuda de arranque	4	1	4		0			1.22	4.93	4	5.52	1.42	0.20
Ayuda de corona	3			1	3			1.02	3.09	3	3.42	1.22	0.40
Ayuda de hastiales	2			1	2			1.02	2.06	2	2.28	1.22	0.40
Ayuda de arrastre	4			1	4			1.02	4.12	4	4.56	1.22	0.40
Hastiales	6			3	18	2	12			30	3.97	1.10	0.52
Corona	3			3	9	2	6			15	1.99	1.10	0.52
Arrastre	5			7	35			1.12		35	3.84	1.28	0.34
TOTAL	36		13		71		18		25.3	102	37.99		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									37.99 kg				
AVANCE/DISPARO									1.54 m				
FACTOR DE AVANCE									24.7 kg/m				

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 36 taladros, con una carga total de 37.99 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 71 cartuchos, E-1000 1"X12" con 18 cartuchos, haciendo un total de 102 cartuchos, 25.3 kilos de anfo y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 24.7 kg/m

Figura 35

Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, FANEL, 6 pies de longitud, (GRADIENTE PISITIVA) ROCA DURA



FUENTE: Propia.

Control de perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8pies de longitud, ROCA DURA

Tabla 10

Control de perforación y voladura con arranque rimado, sec.2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 2.30 m.
- Longitud por corrección de sup. 2.22 m
- Eficiencia de voladura. 95 %
- Sección. 9 m²
- Volumen roto. 19.0 m³
- Toneladas rotas. 43.66 tn
- Taladros de alivio. 4

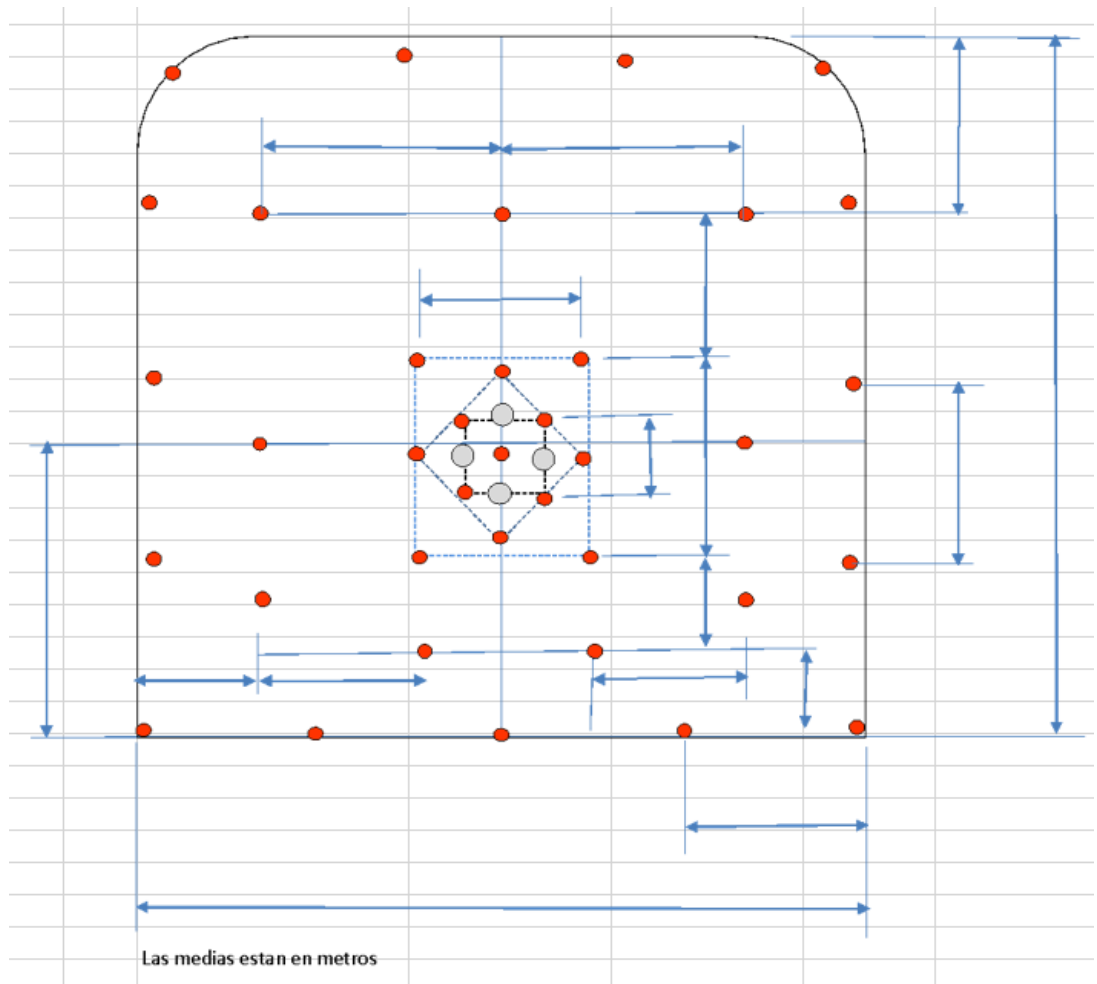
Ubicación del tal.	N° tal	N° retard	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X12"		E-1000 1"X12"		N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado
			Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart				
Arranque	5	1,3,4	1	5	7	35			40	6.82	1.99	0.23
1ra ayuda de arranque	4	5,6	1	4	7	28			32	5.46	1.99	0.23
2da ayuda de arranque	4	6,7	1	4	7	28			32	5.46	1.99	0.23
Ayuda de corona	3	9			7	21			21	3.65	1.81	0.41
Ayuda de hastiales	2	8			7	14			14	2.43	1.81	0.41
Ayuda de arrastre	4	8,9			7	28			28	4.86	1.81	0.41
Hastiales	6	9,10			2	12	4	24	36	6.08	1.55	0.67
Corona	4	10,11			2	8	4	16	24	4.06	1.55	0.67
Arrastre	5	11,12			7	35			35	6.08	1.81	0.41
TOTAL	37			13		209		40	262	44.89		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									44.89 kg			
AVANCE/DISPARO									2.11 m			
FACTOR DE AVANCE									21.3 kg/m			

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 37 taladros, con una carga total de 44.89 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 209 cartuchos, E-1000 1"X12" con 40 cartuchos haciendo un total de 262 cartuchos y poder determinar un avance de 2.11 m teórico y un factor de avance de 21.3 kg/m

Figura 36

Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8pies de longitud, ROCA DURA



FUENTE: Propia.

Control de perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8' de longitud, (gradiente + Horizontal)

ROCA DURA

Tabla 11

Control de perforación y voladura con arranque rimado, sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente + Horizontal)

ROCA DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 2.30 m.
- Longitud por corrección de sup. 2.22 m
- Eficiencia de voladura. 95 %
- Sección. 9 m²
- Volumen roto. 19.0 m³
- Toneladas rotas. 43.66 tn
- Taladros de alivio. 4

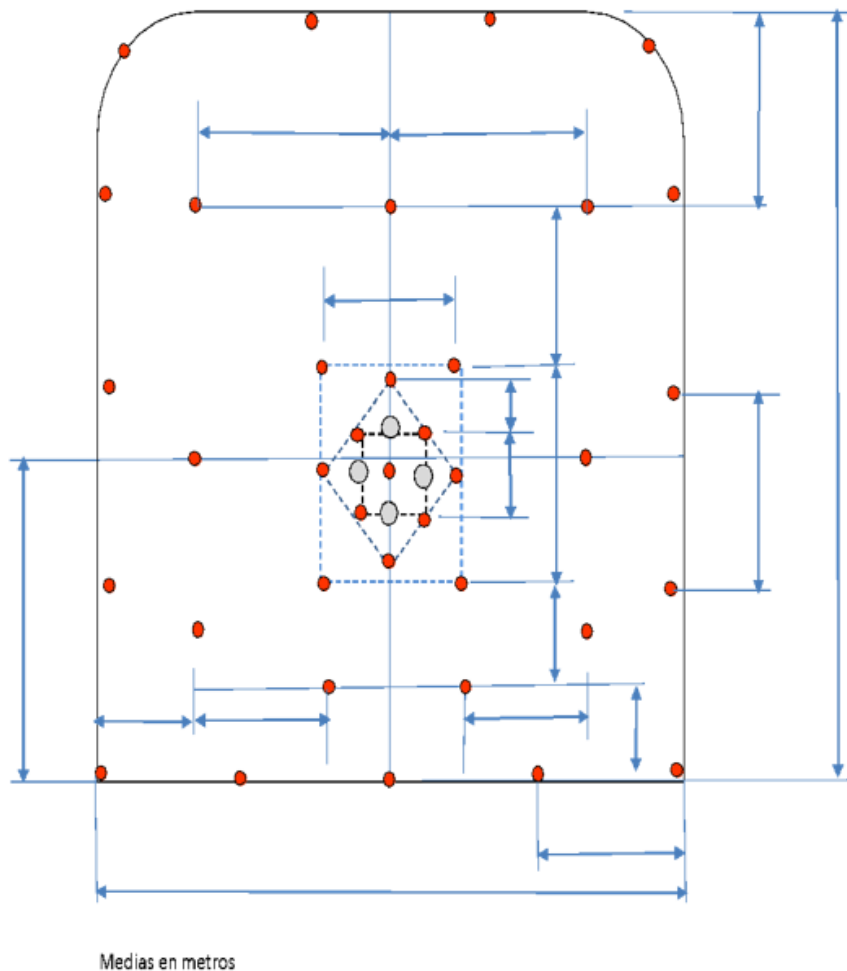
Ubicación del tal.	N° tal	N° retard	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X12"		E-1000 1"X12"		Long. Anfo (m/tal)	Kg de Anfo	N°cart (und)	Peso explo kg.	Longt cargd.	Longitud retacado
			Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	5	1,3,4	1	5					1.82	9.2	5	9.94	2.02	0.20
1ra ayuda de arranque	4	5,6	1	4					1.72	7.0	4	7.55	1.92	0.30
2da ayuda de arranque	4	6,7	1	4					1.72	7.0	4	7.55	1.92	0.30
Ayuda de corona	3	9			1	3			1.47	4.5	3	4.78	1.67	0.55
Ayuda de hastiales	2	8			1	2			1.47	3.0	2	3.19	1.67	0.55
Ayuda de arrastre	4	8,9			1	4			1.62	6.5	4	6.98	1.82	0.40
Hastiales	6	9,10			2	12	4	24			36	5.32	1.46	0.76
Corona	4	10,11			2	8	4	16			24	3.54	1.46	0.76
Arrastre	5	11,12			1	5			1.62	8.3	5	8.73	1.82	0.40
TOTAL	37			13		34		40		45.2	87	57.58		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									57.58 kgs					
AVANCE/DISPARO									2.11 m					
FACTOR DE AVANCE									27.3 kg/m					

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 37 taladros, con una carga total de 57.58 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 34 cartuchos, E-1000 1"X12" con 40 cartuchos haciendo un total de 87 cartuchos y poder determinar un avance de 2.11 m teórico y un factor de avance de 27.3 kg/m

Figura 37

Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8' de longitud, (gradiente + Horizontal) ROCA DURA



FUENTE: Propia.

Control de perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8pies de longitud, (gradiente -) ROCA DURA

Tabla 12

Control de perforación y voladura con arranque rimado, sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente -) ROCA DURA

- Tipo de roca DURA
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 2.30 m.
- Longitud por corrección de sup. 2.22 m
- Eficiencia de voladura. 95 %
- Sección. 9 m²
- Volumen roto. 19.0 m³
- Toneladas rotas. 43.66 tn
- Taladros de alivio. 4

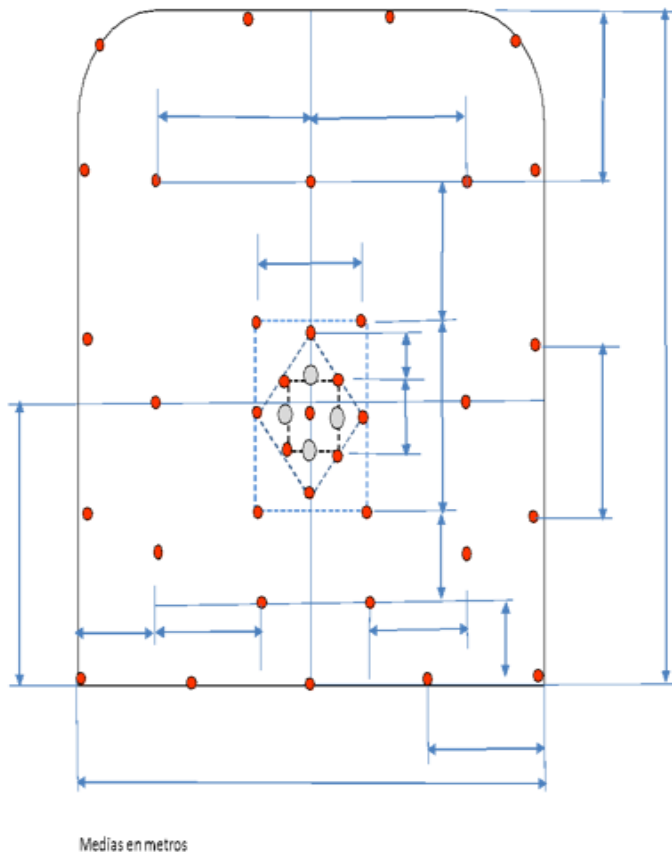
Ubicación del tal.	N° tal	N° retard	E-5000 1 1/8"X8		E-3000 1"X12"		E-1000 1"X12"		Long. Anfo (m/tal)	Kg de Anfo	N°cart (und)	Peso explo kg.	Longt cargd .	Longitud retacado
			Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	5	1,3,4	1	5					1.82	9.2	5	9.94	2.02	0.20
1ra ayuda de arranque	4	5,6	1	4					1.72	7.0	4	7.55	1.92	0.30
2da ayuda de arranque	4	6,7	1	4					1.72	7.0	4	7.55	1.92	0.30
Ayuda de corona	3	9			1	3			1.47	4.5	3	4.78	1.67	0.55
Ayuda de hastiales	2	8			1	2			1.47	3.0	2	3.19	1.67	0.55
Ayuda de arrastre	4	8,9			1	4			1.62	6.5	4	6.98	1.82	0.40
Hastiales	6	9,10			2	12	4	24			36	5.32	1.46	0.76
Corona	4	10,11			2	8	4	16			24	3.54	1.46	0.76
Arrastre	5	11,12			10	50					50	5.48	1.83	0.39
TOTAL	37			13		79		40		37.1	132	54.33		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m									55.33 kgs					
AVANCE/DISPARO									2.11 m					
FACTOR DE AVANCE									25.8 kg/m					

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 37 taladros, con una carga total de 55.33 kg, donde se empleó emulsiones E-5000 1 1/8"X8, usando 13 cartuchos, E-3000 1"X8" usando 79 cartuchos, E-1000 1"X12" con 40 cartuchos, haciendo un total de 132 cartuchos y 37.1 kg de anfo y poder determinar un avance de 2.11 m teórico y un factor de avance de 25.8 kg/m

Figura 38

Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8pies de longitud, (gradiente -) ROCA DURA



FUENTE: Propia.

4.2.4. Resumen Control de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 y 8 pies de longitud y ROCA SEMI-DURA

Resumen Control de la calidad de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 y 8 pies de longitud y ROCA

SEMI-DURA

Tabla 13

Resumen Control de la perforación y voladura en frentes de 2.40m x 2.40m, 6 Y 8pies de longitud y ROCA SEMI- DURA

DATOS DE CAMPO	UNIDAD	Emulsión6 pies	ANFO 6 PIES (+)	ANFO 6 pies (-)	Emulsión 8 pies	ANFO 8 pies (+) Fanel	ANFO 8 pies (-) Fanel
Nivel		Adela 3920	Adela 3920	Adela 3920	Adelq	Adela 3920	Adela 3920
Estructura		Desmante	Desmante	Desmante	Desmante	Desmante	Desmante
Densidad	Tn/m3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Dureza de la roca		Semi Dura	Semi Dura	Semi Dura	Semi Dura	Semi Dura	Semi Dura
Sección: Ancho	m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Alto	m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Longitud de taladro	m	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
Diámetro de taladro	mm	38	38	38	38	38	38
Taladros cargados	Unidad	33	33	33	33	33	33
Taladros de alivio	Unidad	3	3	3	3	36	36
Taladros perforados	Unidad	36	36	36	36	36	40
Metros perforados	m	58.3	58.3	58.3	79.9	79.9	79.9
Accesorios de voladura							
Carmex de 2.1 m	pza	33	33	33	2	2	2
Fanel PL de 2.40 m	pza				33	33	33
Cordón Detonante 5P	m				14	14	14
Mecha rápida Z -18	m	10	10	10	0.1	0.1	0.1
Explosivos							
Emulnor5000 11/4"x12" (94 ct/cj)	cartuchos						
Emulnor5000 11/8"x8" (168 ct/cj)	cartuchos						
Emulnor3000 1"x12" (144 ct/cj)	cartuchos	117			173		
Emulnor3000 1"x8" (228 ct/cj)	cartuchos		53	77		43	75
Emulnor1000 1"x12" (150 ct/cj)	cartuchos	30	20	20	40	40.0	40.0
Emulnor1000 1"x8" (230 ct/cj)	cartuchos						
Emulnor500 1"x8" (294 ct/cj)	cartuchos						
ANFO	kg		24.68	20.36		38.65	31.90
TOTAL PESO EXPLOSIVO	kg	25.31	33.83	32.14	36.70	50.03	46.79
RESULTADOS							
Avance promedio	m	1.54	1.54	1.54	2.11	2.11	2.11
Taco promedio	m	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11
Eficiencia de perforacion	%	90	90	90	93	93	93
Porcentaje de avance	%	95	95	95	95	95	95
Volumen roto	m3	8.9	8.9	8.9	12.1	12.1	12.1
Tonelaje roto	tn	20.4	20.4	20.4	27.9	27.9	27.9
Factor de avance	Kg/m	16.45	21.98	20.88	17.40	23.72	22.19

FUENTE: Elaboración propia

Control de la perforación y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR

Tabla 14

Control de la perforación y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA SEMI DURA

- Tipo de roca SEMI DURA - REGULAR
- Peso específico material: 2.3 tn/m3
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m2
- Volumen roto 8.9 m3
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

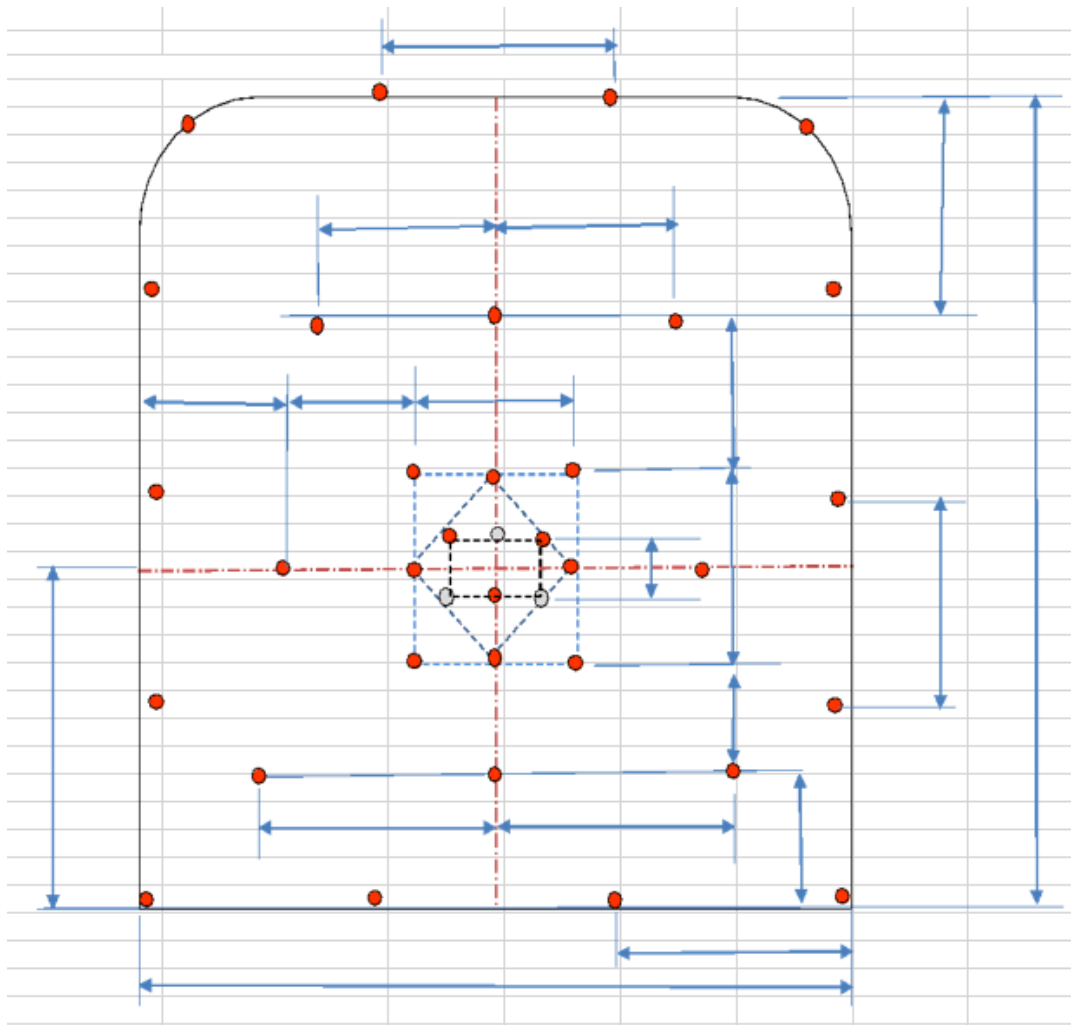
Ubicación del tal.	N° tal	E-3000 1"X12"		E-1000 1"X12"		N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado	
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart					
Arranque	3	5	15			15	2.60	1.30	0.32	
1ra ayuda de arranque	4	5	20			20	3.47	1.30	0.32	
2da ayuda de arranque	4	5	20			20	3.47	1.30	0.32	
Ayuda de corona	3	4	12	1		12	2.08	1.30	0.32	
Ayuda de hastiales	2	4	8	1		8	1.39	1.30	0.32	
Ayuda de arrastre	3	4	12	1		12	2.08	1.30	0.32	
Hastiales	6	1	6	3	18	24	4.04	1.04	0.58	
Corona	4	1	4	3	12	16	2.69	1.04	0.58	
Arrastre	4	5	25			20	3.47	1.30	0.32	
TOTAL	33		117		30	147	25.31			
CARGA TOTAL EN FRENTE DE 2.40 m X 2.40 m							25.31 kgs			
Avance/ disparo							1,54 m			
FACTOR DE AVANCE							16.45 kg/m			

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 36 taladros, con una carga total de 31.27 kg, donde se empleó emulsiones E-3000 1"X8" usando 117 cartuchos, E-1000 1"X12" con 30 cartuchos, haciendo un total de 147 cartuchos y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 16.45 kg/m

Figura 39

Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO EMULSIONES, 6 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR



FUENTE: Propia

Control de la perforacion y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente +) ROCA SEMI DURA - REGULAR

Tabla 15

Control de la perforacion y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente +) ROCA SEMI DURA

REGULAR

- Tipo de roca SEMI DURA – REGULAR
- Peso específico material: 2.3 tn/m3
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m2
- Volumen roto 8.9 m3
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

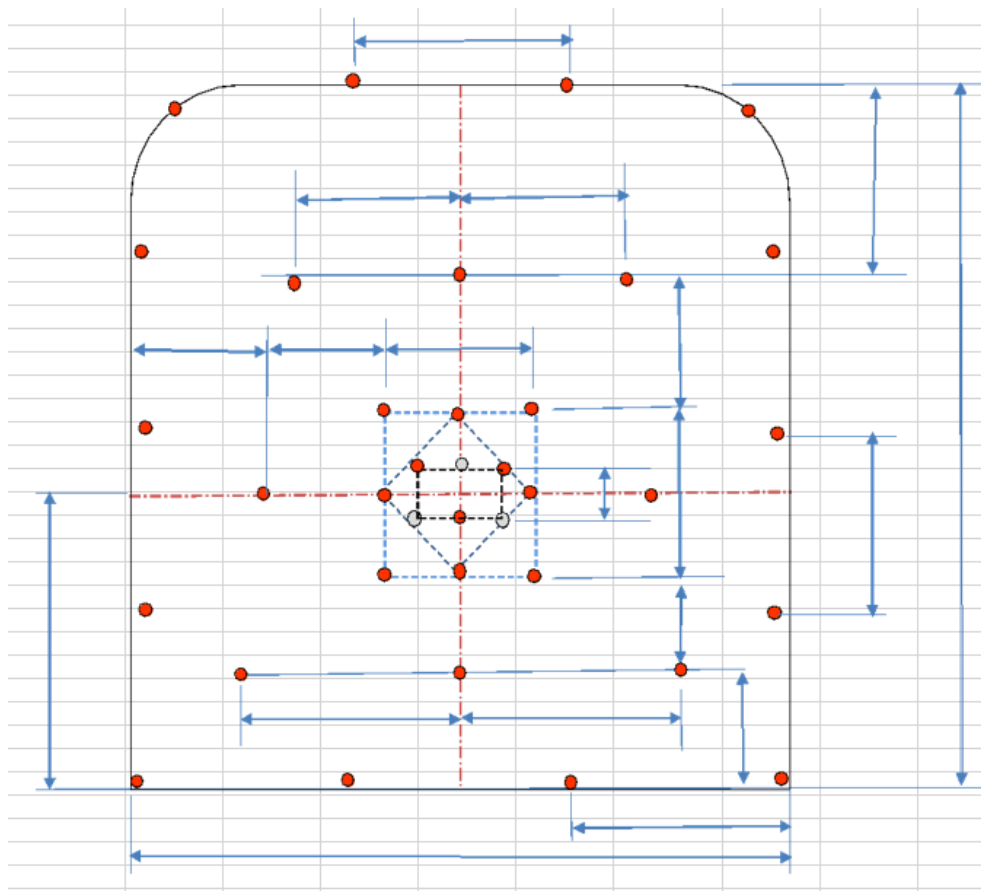
Ubicación del tal.	N° tal	E-3000 1''X8		E-1000 1''X12''		Longitu De anfo (m/tal)	kg de anfo	N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado
		Cart/tal	subT. Cart	Cart/tal	subT. Cart						
Arranque	3	1	3			1.12	3.39	3	3.72	1.32	0.30
1ra ayuda de arranque	4	1	4			1.12	4.52	4	4.96	1.32	0.30
2da ayuda de arranque	4	1	4			1.12	4.52	4	4.96	1.32	0.30
Ayuda de corona	3	1	3			1.02	3.09	3	3.42	1.22	0.40
Ayuda de hastiales	2	1	2			1.02	2.06	2	2.28	1.22	0.40
Ayuda de arrastre	3	1	3			0.92	2.78	3	3.11	1.12	0.50
Hastiales	6	3	18	2	12			30	3.97	1.10	0.52
Corona	4	3	12	2	6			20	2.65	1.10	0.52
Arrastre	4	1	4			1.07	4.32	4	4.76	1.27	0.35
TOTAL	33		53		20		24.7	73	33.83		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m								33.83 kgs			
AVANCE/DISPARO								1.54 m			
FACTOR DE AVANCE								21.98 kg/m			

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforacion, pudiendo observar que se emplearon 33 taladros, con una carga total de 33.83 kg, donde se empleó emulsiones E-3000 1"X8" usando 53 cartuchos, E-1000 1"X12" con 20 cartuchos y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 21.98 kg/m

Figura 40

Malla de perforacion desmante sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente +) ROCA SEMI DURA - REGULAR



FUENTE: Propia

Control de la perforacion y voladura desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente -) ROCA SEMI DURA - REGULAR

Tabla 16

Control de la perforacion y voladura desmonte sec.2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente -) ROCA SEMI DURA

REGULAR

- Tipo de roca SEMI DURA - REGULAR
- Peso específico material: 2.3 tn/m3
- Longitud de taladro: 1.70 m.
- Longitud por corrección de sup. 1.62 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m2
- Volumen roto 8.9 m3
- Toneladas rotas. 20.4 tn
- Taladros de alivio. 4

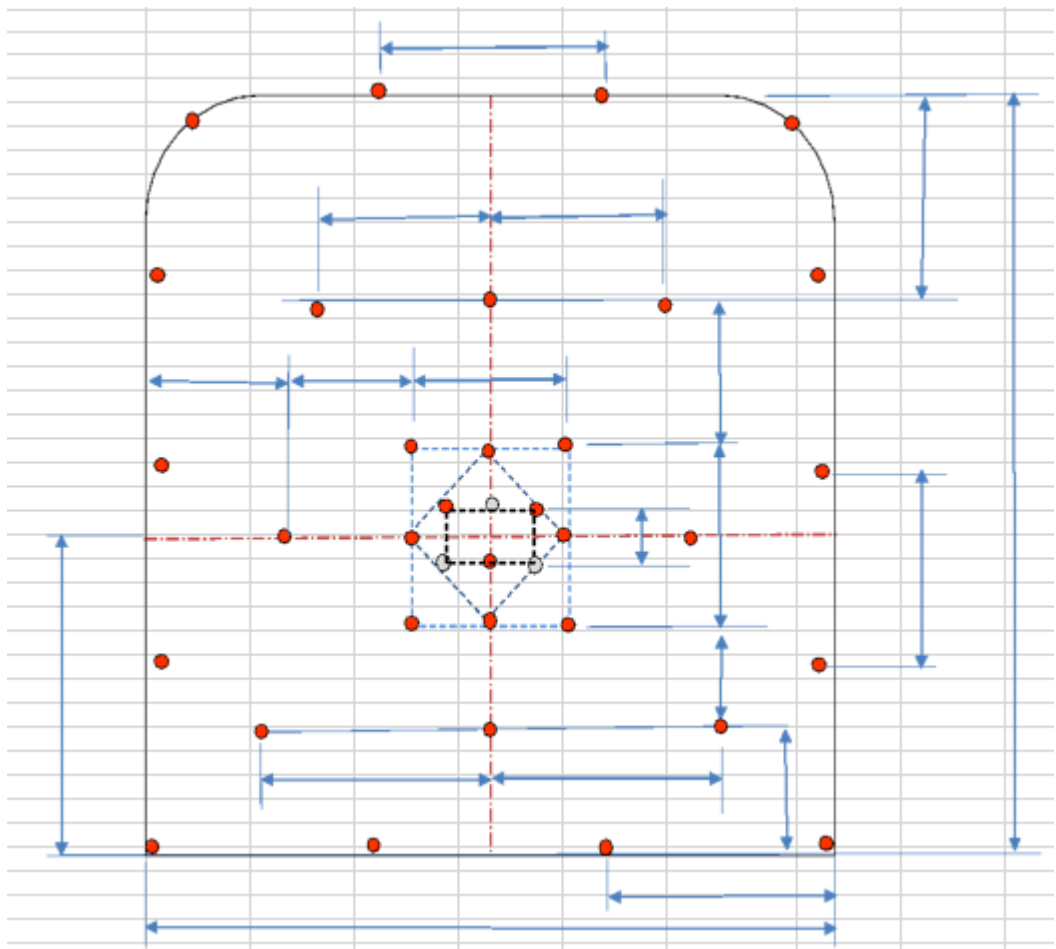
Ubicación del tal.	N° tal	E-3000 1''X8		E-1000 1''X12''		Longitu De anfo (m/tal)	kg de anfo	N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado
		Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	3	1	3			1.12	3.39	3	3.72	1.32	0.30
1ra ayuda de arranque	4	1	4			1.12	4.52	4	4.96	1.32	0.30
2da ayuda de arranque	4	1	4			1.12	4.52	4	4.96	1.32	0.30
Ayuda de corona	3	1	3			1.02	3.09	3	3.42	1.22	0.40
Ayuda de hastiales	2	1	2			1.02	2.06	2	2.28	1.22	0.40
Ayuda de arrastre	3	1	3			0.92	2.78	3	3.11	1.12	0.50
Hastiales	6	3	18	2	12			30	3.97	1.10	0.52
Corona	4	3	12	2	8			20	2.65	1.10	0.52
Arrastre	4	7	28					28	3.07	1.28	0.34
TOTAL	33		77		20		20.4	97	32.14		
CARGA TOTAL EN FRENTE 2.40 m X 2.40 m								32.14 kgs			
AVANCE/DISPARO								1.54 m			
FACTOR DE AVANCE								20.9 kg/m			

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 33 taladros, con una carga total de 32.14 kg, donde se empleó emulsiones E-3000 1"X8" usando 77 cartuchos, E-1000 1"X12" con 20 cartuchos, haciendo un total de 97 cartuchos y 32.14 kg de anfo y poder determinar un avance de 1.54 m teórico y un factor de avance de 20.9 kg/m

Figura 41

Malla de perforación desmonte sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 6 pies de longitud, (gradiente -) ROCA SEMI DURA - REGULAR



FUENTE: Propia

Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR

Tabla17

Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR.

- Tipo de roca	SEMI DURA - REGULAR
- Peso específico material:	2.3 tn/m3
- Longitud de taladro:	2.30 m.
- Longitud por corrección de sup.	2.22 m
- Eficiencia de voladura,	95 %
- Sección.	5.76 m2
- Volumen roto	12.1 m3
- Toneladas rotas.	27.94 tn
- Taladros de alivio.	3

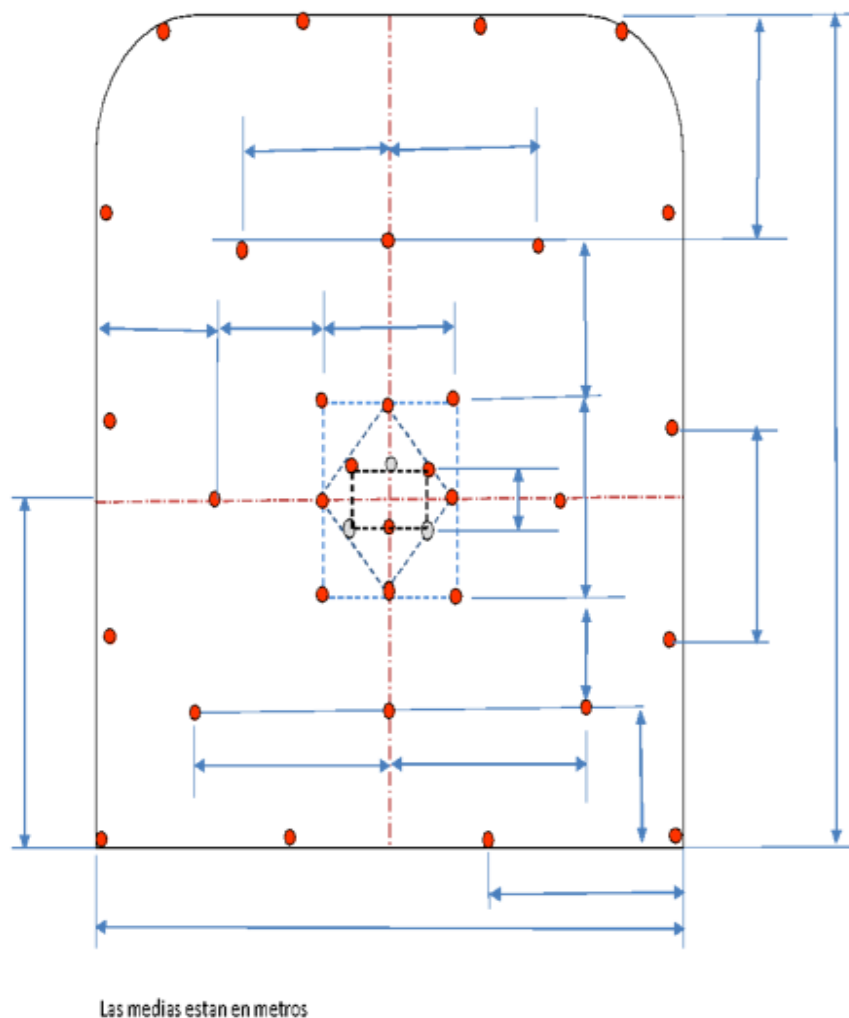
Ubicación del tal.	N° tal	Cantidad retardos	E-3000 1''X8		E-1000 1''X12''		N°cart (unidad)	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado
			Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart				
Arranque	3	1,2,3	7	21			21	3.65	1.81	0.30
1ra ayuda de arranque	4	4,5	7	28			28	4.86	1.81	0.30
2da ayuda de arranque	4	6,7	7	28			28	4.86	1.81	0.30
Ayuda de corona	3	9	6	18			18	3.13	1.55	0.40
Ayuda de hastiales	2	8	6	12			12	2.08	1.55	0.40
Ayuda de arrastre	3	8,9	6	18			18	3.13	1.55	0.50
Hastiales	6	10,11	2	12	4	24	36	6.08	1.55	0.52
Corona	4	12	2	8	4	16	24	4.06	1.55	0.52
Arrastre	4	13,14	7	28			28	4.86	1.81	0.34
TOTAL	33			173		40	213	36.70		
CARGA TOTAL EN FRENTES DE 2.40m x 2.40 m							36.70 kg			
Avance/disparo							2.11 m			
FACTOR DE AVANCE							17.4 kg/m			

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 33 taladros, con una carga total de 36.70 kg, donde se empleó emulsiones E-3000 1"X8" usando 173 cartuchos, E-1000 1"X12" con 40 cartuchos, haciendo un total de 213 cartuchos y 36.70 kg de anfo y poder determinar un avance de 2.11 m teórico y un factor de avance de 17.4 kg/m

Figura 42

Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – EMULSION, 8 pies de longitud, ROCA SEMI DURA - REGULAR



FUENTE: Propia

Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente + horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR

Tabla18

Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente + horizontal)

ROCA SEMI DURA - REGULAR.

- Tipo de roca SEMI DURA - REGULAR
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 2.30 m.
- Longitud por corrección de sup. 2.22 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto 12.1 m³
- Toneladas rotas. 27.94 tn
- Taladros de alivio. 3

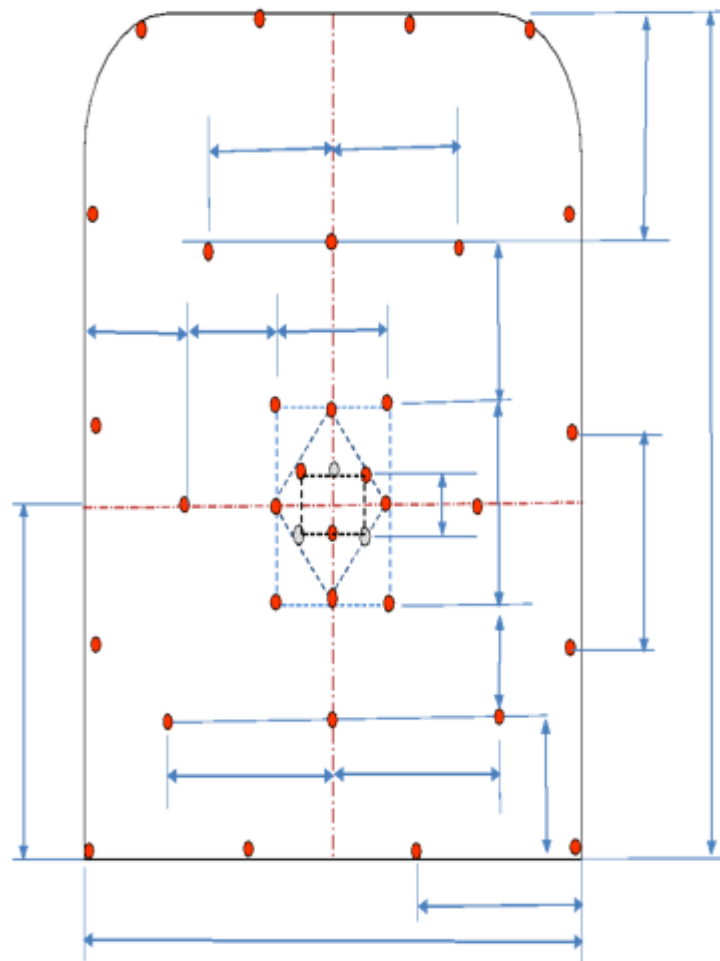
Ubicación del tal.	N° tal	Cantidad retardos	E-3000 1"X8		E-1000 1"X12"		Longt anfo (m/tal)	Kg de anfo	N°cart Und.	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado
			Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	3	1,2,3	1	3			1.72	5.2	3	5.54	1.92	0.30
1ra ayuda de arranque	4	4,5	1	4			1.72	7.0	4	7.39	1.92	0.30
2da ayuda de arranque	4	6,7	1	4			1.72	7.0	4	7.39	1.92	0.30
Ayuda de corona	3	9	1	3			1.62	4.9	3	5.24	1.82	0.40
Ayuda de hastiales	2	8	1	2			1.62	3.3	2	3.49	1.82	0.40
Ayuda de arrastre	3	8,9	1	3			1.52	4.6	3	4.93	1.72	0.50
Hastiales	6	10,11	2	12	4	24			36	5.32	1.46	0.76
Corona	4	12	2	8	4	16			24	3.54	1.46	0.76
Arrastre	4	13,14	1	4			1.67	6.7	4	7.19	1.87	0.35
TOTAL	33			43		40		38.7		50.03		
CARGA TOTAL EN FRENTE DE 2.40m x 2.40 m								50.03 kg				
							Avance/disparo	2.11 m				
							FACTOR DE AVANCE	23.7 kg/m				

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 33 taladros, con una carga total de 50.03 kg, donde se empleó emulsiones E-3000 1"X8" usando 43 cartuchos, E-1000 1"X12" con 40 cartuchos y poder determinar un avance de 2.11 m teórico y un factor de avance de 23.7 kg/m

Figura 43

Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8' de longitud, (gradiente + horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR



Las medidas están en metros

FUENTE: Propia.

Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente - horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR

Tabla19

Control de la perforación y voladura con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8 pies de longitud, (gradiente - horizontal)

ROCA SEMI DURA - REGULAR.

- Tipo de roca SEMI DURA - REGULAR
- Peso específico material: 2.3 tn/m³
- Longitud de taladro: 2.30 m.
- Longitud por corrección de sup. 2.22 m
- Eficiencia de voladura, 95 %
- Sección. 5.76 m²
- Volumen roto 12.1 m³
- Toneladas rotas. 27.94 tn
- Taladros de alivio. 3

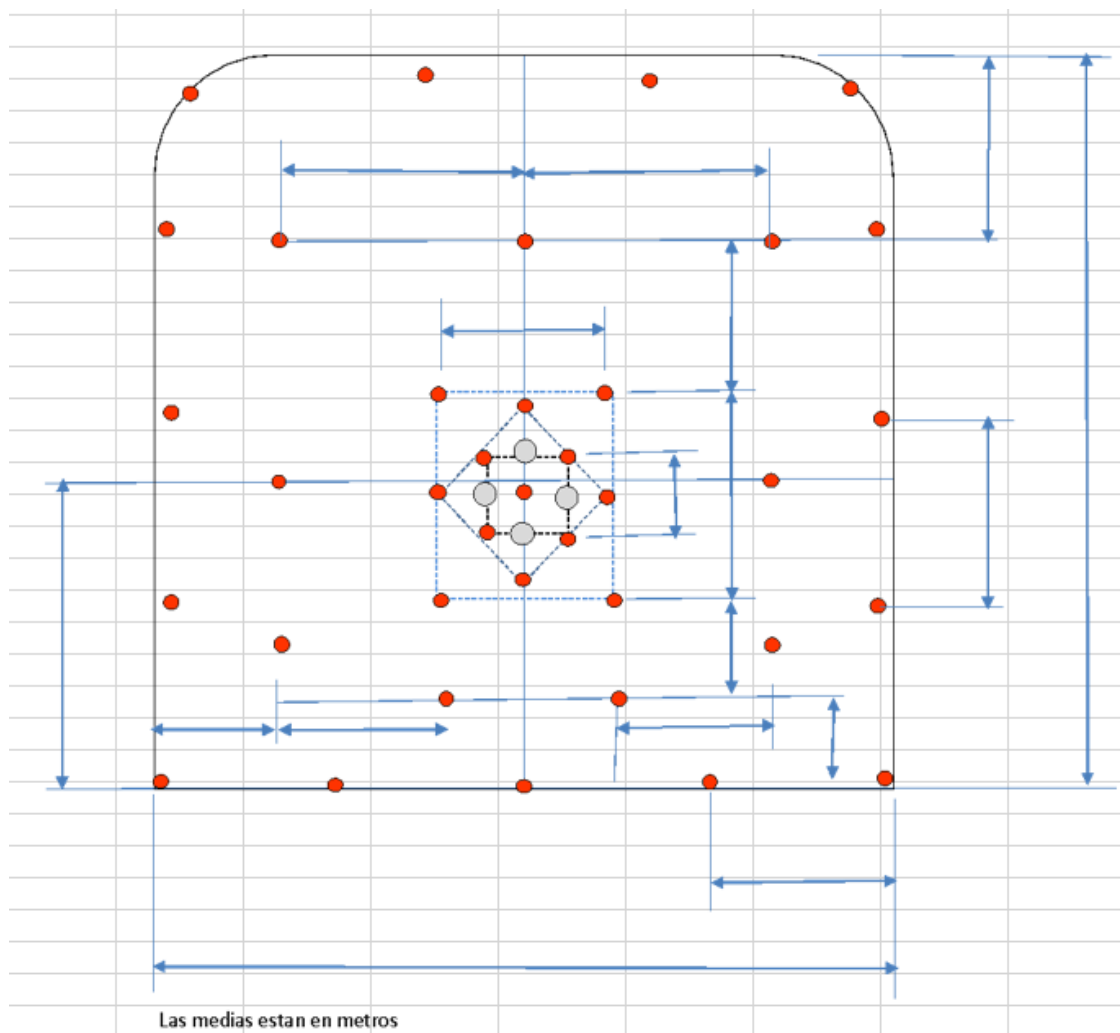
Ubicación del tal.	N° tal	Cantidad retardos	E-3000 1''X8		E-1000 1''X12''		Longt anfo (m/tal)	Kg de anfo	N°cart Und.	Peso explosivo kg.	Longitud cargada	Longitud retacado
			Cart/tal	subT. cart	Cart/tal	subT. cart						
Arranque	3	1,2,3	1	3			1.72	5.2	3	5.54	1.92	0.30
1ra ayuda de arranque	4	4,5	1	4			1.72	7.0	4	7.39	1.92	0.30
2da ayuda de arranque	4	6,7	1	4			1.72	7.0	4	7.39	1.92	0.30
Ayuda de corona	3	9	1	3			1.62	4.9	3	5.24	1.82	0.40
Ayuda de hastiales	2	8	1	2			1.62	3.3	2	3.49	1.82	0.40
Ayuda de arrastre	3	8,9	1	3			1.52	4.6	3	4.93	1.72	0.50
Hastiales	6	10,11	2	12	4	24			36	5.32	1.46	0.76
Corona	4	12	2	8	4	16			24	3.54	1.46	0.76
Arrastre	4	13,14	9	36					36	3.95	1.65	0.57
TOTAL	33			75		40		31.9	115	46.79		
CARGA TOTAL EN FRENTE DE 2.40m x 2.40 m								46.79 kg				
Avance/disparo								2.11 m				
FACTOR DE AVANCE								22.2 kg/m				

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla se controló parámetros fijos, la distribución de los explosivos en cada taladro de la malla de perforación, pudiendo observar que se emplearon 33 taladros, con una carga total de 46.79 kg, donde se empleó emulsiones E-3000 1"X8" usando 75 cartuchos, E-1000 1"X12" con 40, haciendo un total de 115 cartuchos y 31.9 kg de anfo cartuchos y poder determinar un avance de 2.11 m teórico y un factor de avance de 22.2 kg/m

Figura 44

Malla de perforación con arranque rimado sec. 2.4m x 2,4m – ANFO, 8' de longitud, (gradiente - horizontal) ROCA SEMI DURA - REGULAR



FUENTE: Propia

4.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis General:

Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas de la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C. serán considerados para la mejora de la voladura.

Hipótesis nula (H0): No hay relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en la Unidad Minera Yaruchagua.

Hipótesis alternativa (H1): Existe una relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en la Unidad Minera Yaruchagua.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas de la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C. sean utilizados como base fundamental para la mejora continua de las prácticas de voladura en dicho entorno minero.

La hipótesis nula plantea que no existe una relación significativa entre los resultados de esta evaluación y la implementación de prácticas de mejora de la voladura. Sin embargo, la hipótesis alternativa sugiere que, de hecho, existe una relación significativa entre estos resultados y la implementación de prácticas de mejora, lo que implica que los datos obtenidos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura influyen en las decisiones y acciones tomadas para optimizar los procesos de voladura en la Unidad Minera Yaruchagua.

Esta relación potencial entre la evaluación de la calidad operacional de la voladura y la implementación de prácticas de mejora es fundamental para

garantizar una operación minera eficiente y segura en la Unidad Minera Yaruchagua.

Teniendo las hipótesis específicas:

Hipótesis Específica a:

Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías se considerarán para la mejora de la voladura en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C.

Hipótesis nula (H01): No hay relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de galerías y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en dichas áreas.

Hipótesis alternativa (H11): Existe una relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de galerías y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en dichas áreas.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de galerías en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C. sean tomados en consideración para mejorar las prácticas de voladura en estas áreas específicas.

La hipótesis nula sugiere que no existe una relación significativa entre los resultados de esta evaluación y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en la construcción de galerías. Sin embargo, la hipótesis alternativa plantea lo contrario, indicando que sí existe una relación significativa entre estos resultados y la implementación de prácticas de mejora, lo que implica que los datos obtenidos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura influyen en las acciones tomadas para optimizar las prácticas de voladura en la construcción de galerías en la Unidad Minera Yaruchagua.

Esta relación potencial entre la evaluación de la calidad operacional de la voladura y la implementación de prácticas de mejora específicas en la construcción de galerías es esencial para garantizar un desarrollo eficiente y seguro de estas áreas en la Unidad Minera Yaruchagua.

Hipótesis Específica b:

Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los subniveles y chimeneas se considerarán para la mejora de la voladura en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C.

Hipótesis nula (H02): No hay relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de chimeneas y subniveles y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en dichas áreas.

Hipótesis alternativa (H12): Existe una relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de chimeneas y subniveles y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en dichas áreas.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de subniveles y chimeneas en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C. serán considerados para mejorar las prácticas de voladura en estas áreas específicas.

La hipótesis nula indica que no existe una relación significativa entre los resultados de esta evaluación y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en la construcción de chimeneas y subniveles. En contraste, la hipótesis alternativa sugiere que sí existe una relación significativa entre estos resultados y la implementación de prácticas de mejora, lo que implica que los datos obtenidos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura

influyen en las acciones tomadas para optimizar las prácticas de voladura en la construcción de subniveles y chimeneas en la Unidad Minera Yaruchagua.

Esta posible relación entre la evaluación de la calidad operacional de la voladura y la implementación de prácticas de mejora específicas en la construcción de subniveles y chimeneas es crucial para garantizar un desarrollo eficiente y seguro de estas áreas en la Unidad Minera Yaruchagua.

Teniendo la variable kilogramos de explosivo por metro lineal de avance:

Tabla20

Tabla de estadística descriptiva

Estadística discriptiva:	
	<i>KG/TON</i>
Mean	2.005
Standard Error	0.010
Median	1.969
Mode	2.232
Standard Deviation	0.140
Sample Variance	0.019
Kurtosis	0.011
Skewness	0.727
Range	0.638
Maximum	2.374
Minimum	1.737
Sum	364.887
Count	182.000
Geometric Mean	2.000
Harmonic Mean	1.996
AAD	0.112
MAD	0.079
IQR	0.189

FUENTE: Elaboración propia.

Y teniendo en cuenta la prueba de Shapiro y D'agostino:

Tabla21

Prueba de SHAPIRO-WILK

Shapiro-Wilk Test	
	KG/TON
W-stat	0.950157943
p-value	5E-06
alpha	0.05
normal	no

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla22

Prueba de D'AGOSTINO-PEARSON

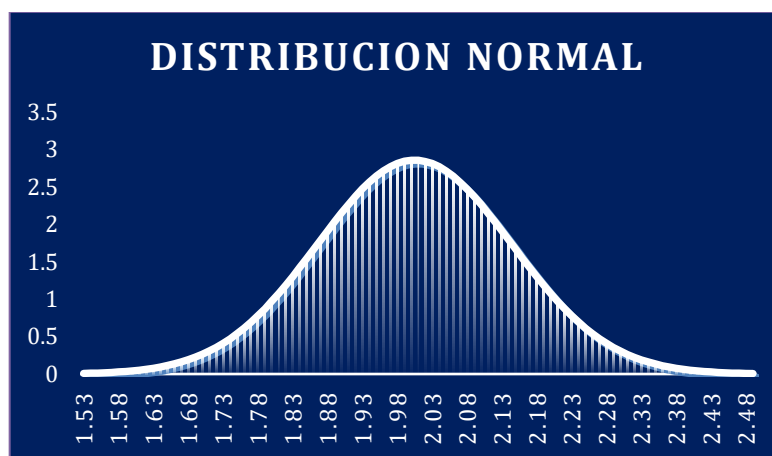
d'Agostino-Pearson	
DA-stat	14.11682968
p-value	0.00086014
alpha	0.05
normal	no

FUENTE: Elaboración propia.

Analizando con la prueba normal se tiene:

Figura 45

Tabla de distribución normal



FUENTE: Elaboración propia.

El valor p (p-value) es un indicador crucial en las pruebas de hipótesis. Interpretando:

Si el valor p es menor que el nivel de significancia (α) elegido (generalmente 0.05), se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto significa que hay evidencia suficiente para afirmar que hay una relación significativa o efecto en los datos.

Si el valor p es mayor o igual que el nivel de significancia (α), no se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto significa que no hay suficiente evidencia para afirmar que hay una relación significativa o efecto en los datos.

En este caso, dado que el valor p es muy pequeño ($5E-06$), es menor que el nivel de significancia (0.05). Se rechaza la hipótesis nula. Esto sugiere que existe una relación significativa entre los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas y la implementación de prácticas de mejora de la voladura en la Unidad Minera Yaruchagua.

4.4. Discusión de resultados

Hecho el control de la perforación y voladura durante la investigación en los frentes de estudio cuyas secciones son de 2.40 m x 2.40 m, con longitudes de perforación de 6 pies y 8 pies tanto en roca dura como en semi dura, analizaremos los resultados; teniendo en cuenta que el único parámetro que varía en la investigación es el tipo de explosivo y la cantidad, permaneciendo el resto de parámetros sin variación alguna.

Para poder ver el comportamiento de las voladuras se realizará en base al análisis de consumo de explosivo, volumen roto, tonelaje disparado, longitud de avance y así poder determinar el factor de avance o carga, el factor de potencia, el factor de carga lineal y poder decir si la voladura se está llevando adecuadamente o no.

4.4.1. Estándares de producción.

La empresa tiene establecido los siguientes estándares de producción para taladros de 6 pies y 8 pies de perforación en roca dura y semi dura.

Tabla 23

Estándares de producción de la mina

ESTANDARES	Unidad	Perforación 6 pies		Perforación 8 pies	
		Roca dura	Roca semi dura	Roca dura	Roca semi dura
Longitud de avance	m	1.53	1.60	2.03	2.12
Volumen volado	m ³	9.91	10.0	13.0	15.0
Tonelaje disparado	tn	25.0	25.0	32.0	37.5
Consumo de explosivos	kgs	16.5	15.0	21.0	20.0
Factor de avance	Kg/m	10.78	9.38	10.30	9.43
Factor de carga	Kg/m ³	1.65	1.50	1.58	1.33
Factor de potencia	Kg/tn	0.65	0.66	0.65	0.53

FUENTE: Elaboración propia.

4.4.2. Resultados de las pruebas con taladros de 6' y 8', ROCA DURA

Tabla 24

Pruebas realizadas con taladros de 6' y 8' roca dura

Parámetro	Emul 6'	Anfo 6' (+)	Anfo 6' (-)	Anfo 6' (+) Fanel	Anfo 6' (-) Fanel	Prom. Vol 6'	Emul 8' fanel	Anfo 8' (+) Fanel	Anfo 8' (-) Fanel	Prom. Volad. 8'
Explosivos (kg)	31.27	40.46	37.99	40.36	38.01	37.62	37.99	40.35	38.0	38.78
Volumen (m ³)	8.9	8.65	8.63	8.8	8.5	8.67	12.10	12.50	12.3	12.30
Toneladas (tn)	20.47	19.89	19.85	20.24	19.55	20.0	27.9	28.0	28.3	28.11
Longitud avance (m)	1.54	1.52	1.50	1.55	1.52	1.53	2.11	2.10	2.14	2.12
Factor de avance (kg/m)	20.31	26.22	25.33	26.22	25.01	24.62	18.0	19.21	17.76	18.32
Factor de carga (kg/m ³)	3.51	4.68	4.40	4.56	4.47	4.32	3.14	3.23	3.11	3.16
Factor de potencia (kg/tn)	1.53	2.03	1.91	1.99	1.94	1.88	1.36	1.44	1.34	1.38

FUENTE: Elaboración propia.

4.4.3. Resultados de las pruebas con taladros de 6' y 8', ROCA SEMI

DURA

Tabla 25

Pruebas realizadas con taladros de 6' y 8' roca semi dura

Parámetro	Emul 6'	Anfo 6' (+)	Anfo 6' (-)	Promedio voladura 6'	Emulsiones 8'	ANFO 8' (+)	ANFO 8' (-)	Promedio voladura 8'
Explosivos (kg)	25.31	33.83	32.14	30.43	36.70	50.03	46.79	44.51
Volumen (m3)	8.9	8.87	8.91	8.89	12.1	12.4	12.53	12.34
Toneladas (tn)	20.4	20.0	20.62	20.34	27.9	28.01	27.89	27.93
Longitud avance (m)	1.56	1.59	1.60	1.58	2.11	2.15	2.20	2.15
Factor de avance (kg/m)	16.22	21.28	20.08	19.19	17.39	23.27	21.27	20.64
Factor de carga (kg/m3)	2.84	3.81	3.61	3.42	3.03	4.03	2.20	3.09
Factor de potencia (kg/tn)	1.24	1.69	1.56	1.50	1.31	1.79	1.68	1.59

FUENTE: Elaboración propia.

4.4.4. Comentarios sobre el cuadro de Resultados de las pruebas

realizadas con taladros de 6' y 8', ROCA DURA

Consumo de explosivos

Observando el cuadro vemos que el consumo de explosivos para taladros de 6 pies está en el rango de 31.27 kg para emulsiones y 40.46 kg para el anfo, teniendo en promedio de 37.62 kg de consumo y para taladros de 8 pies el rango de consumo está entre 37.62 kgs a 40.35 kg con un promedio de 38.78 kgs comparando con el estándar establecido, taladros de 6 pies 16.5 kgs y para taladros de 8 pies 21.0 kgs, lo que indica que la cantidad de explosivo usado es excesivo lo cual debe tratarse de reducirse

Volumen volado

El volumen volado para taladros de 6 pies en roca dura en promedio es de 8.67 m3 y para taladros de 8 pies de perforacion es de 12.30 m3 en promedio.

Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 9.91 m³ y para taladros de 8 pies 13.0 m³ indica que los volúmenes están un tanto bajo lo cual tiene que mejorarse.

Toneladas disparadas

El tonelaje obtenido después del disparo con taladros de 6 pies en roca dura en promedio es de 20.34 tn y para taladros de 8 pies de perforación es de 27.93 tn en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 25.0 tn y para taladros de 8 pies 32.0 tn lo cual indica que los tonelajes volados están por debajo de lo proyectado.

Longitud de avance o de perforación

La longitud de avance o de perforación que se realiza en roca dura para taladros de 6 pies en promedio es de 1.53 m y para taladros de 8 pies es de 2.12 m en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 1.53 m y para taladros de 8 pies 2.03 m lo cual indica que los metros perforados están igual o ligeramente mayor que los estándares.

Factor de avance

En cuanto al avance que se tiene en los frentes en promedio en roca dura para taladros de 6 pies en promedio es de 24.62 kg/m y para taladros de 8 pies es de 18.32 kg/m en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 10.78 kg/m y para taladros de 8 pies 10.30 kg/m lo cual indica que el avance por cada kg de explosivo es bastante elevado estos valores deben reducirse.

Factor de carga

El factor de carga hallado en las voladuras en los frentes en promedio en roca dura para taladros de 6 pies en promedio es de 4.32 kg/m³ y para taladros de 8 pies es de 3.16 kg/m³ en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 1.65 kg/m³ y

para taladros de 8 pies 1.58 kg/m³ lo cual indica que la cantidad de explosivo empleado por metro cúbico volado es bastante alta lo cual debe reducirse.

Factor de potencia

El factor de potencia hallado en la voladura en los frentes en promedio en roca dura para taladros de 6 pies en promedio es de 1.88 kg/tn y para taladros de 8 pies es de 1.38 kg/tn en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 1.65 kg/tn y para taladros de 8 pies 1.58 kg/tn es elevado lo cual indica que la cantidad de explosivo empleado por tonelada volada lo cual debe reducirse.

4.4.5. Comentarios sobre el cuadro de Resultados de las pruebas

realizadas con taladros de 6' y 8', ROCA SEMI DURA

Consumo de explosivos

Observando el cuadro vemos que el consumo de explosivos para taladros de 6 pies en roca semi dura en promedio es de 30.43 kg y para taladros de 8 pies de perforacion es de 44.51 kg en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 15.0 kg y para taladros de 8 pies 20.0 kg indica que el consumo es bastante elevado y debe tenderse a su disminución.

Volumen volado

El volumen volado para taladros de 6 pies en roca semi dura en promedio es de 8.89 m³ y para taladros de 8 pies de perforacion es de 12.31 m³ en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 10.0 m³ y para taladros de 8 pies 15.0 m³ indica que los volúmenes están un tanto bajo lo cual tiene que mejorarse.

Toneladas disparadas

El tonelaje obtenido después del disparo con taladros de 6 pies en roca semi dura en promedio es de 20.34 tn y para taladros de 8 pies de perforacion es de 27.93 tn en promedio. Comparando con el estándar que se tiene

establecido los cuales son para taladros de 6 pies 25.0 tn y para taladros de 8 pies 37.5 tn lo cual indica que los tonelajes volados están por debajo de lo proyectado.

Longitud de avance o de perforación

La longitud de avance o de perforación que se realiza en roca semi dura para taladros de 6 pies en promedio es de 1.58 m y para taladros de 8 pies es de 2.15 m en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 1.60 m y para taladros de 8 pies 2.12 m lo cual indica que los metros perforados están igual o ligeramente mayor que los estándares.

Factor de avance

En cuanto al avance que se tiene en los frentes en promedio en roca semi dura para taladros de 6 pies en promedio es de 19.19 kg/m y para taladros de 8 pies es de 20.64 kg/m en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 9.38 kg/m y para taladros de 8 pies 9.43 kg/m lo cual indica que el avance por cada kg de explosivo es bastante elevado estos valores deben reducirse.

Factor de carga

El factor de carga hallado en las voladuras en los frentes en promedio en roca semi dura para taladros de 6 pies en promedio es de 3.42 kg/m³ y para taladros de 8 pies es de 3.09 kg/m³ en promedio. Comparando con el estándar que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 1.50 kg/m³ y para taladros de 8 pies 1.33 kg/m³ lo cual indica que la cantidad de explosivo empleado por metro cúbico volado es bastante alta lo cual debe reducirse.

Factor de potencia

El factor de potencia hallado en la voladura en los frentes en promedio en roca semi dura para taladros de 6 pies en promedio es de 1.50 kg/tn y para taladros de 8 pies es de 1.59 kg/tn en promedio. Comparando con el estándar

que se tiene establecido los cuales son para taladros de 6 pies 0.66 kg/tn y para taladros de 8 pies 0.53 kg/tn es elevado lo cual indica que la cantidad de explosivo empleado por tonelada volada lo cual debe reducirse.

CONCLUSIONES

1. El consumo de explosivos en roca dura para taladros de 6 pies fue en promedio de 37.62 kg, y para longitudes de 8 pies fue de 38.78 kg los cuales comparados con los estándares establecidos vemos que el consumo es excesivo, lo cual debe reducirse.

Para el caso de rocas semi duras el promedio de consumo de explosivos fue, para longitudes de 6 pies 30.43 kg y para longitudes de 8 pies fue de 44.51 kg lo que indica que también es alto y debe reducirse

2. El factor de avance en roca dura para taladros de 6 pies fue en promedio de 24.62 kg/m, y para longitudes de 8 pies fue de 18.32 kg/ lo cual indica que el avance por cada kg de explosivo es bastante elevado estos valores deben reducirse.

Para el caso de rocas semi duras el promedio de consumo de explosivos fue, para longitudes de 6 pies 19.19 kg/m y para longitudes de 8 pies fue de 20.64 kg/m lo que indica que también es alto y debe reducirse

3. El factor de carga en roca dura para taladros de 6 pies fue en promedio de 4.32 kg/m³, y para longitudes de 8 pies fue de 3.16 kg/m³ los cuales comparados con los estándares establecidos indica que la cantidad de explosivo empleado por metro cúbico volado es bastante alta lo cual debe reducirse.

Para el caso de rocas semi duras el promedio del factor de carga fue, para longitudes de 6 pies 3.42 kg/m³ y para longitudes de 8 pies fue de 3.09 kg/m³ lo cual indica que la cantidad de explosivo empleado por metro cúbico volado es bastante alta lo cual debe reducirse

4. El factor de potencia en roca dura para taladros de 6 pies fue en promedio de 1.88 kg/tn, y para longitudes de 8 pies fue de 1.38 kg/tn los cuales comparados con los estándares establecidos es elevado lo cual indica que la cantidad de explosivo empleado por tonelada volada debe reducirse

Para el caso de rocas semi duras el promedio de factor de avance lineal fue, para longitudes de 6 pies 1.50 kg/tn y para longitudes de 8 pies fue de 1.59 kg/tn lo que indica que la cantidad de explosivo empleado por tonelada volada debe reducirse

5. Como conclusión final diremos que los indicadores de perforación y voladura que se tiene son bastante altos lo cual debe tenderse a reducirse, esto se explica porque la mina está en la etapa de reapertura, se está tratando de establecer los consumos adecuados, falta de experiencia de los trabajadores, falta de control, supervisión, etc.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda pintar bien la malla perforación para una buena distribución de taladros así mismo utilizar guidores adecuados para mejorar el paralelismo.
2. En carguío al realizar el cebado el fulminante tiene que estar en centro del Emulnor y cargar hacia afuera para que la detonación sea de forma directa y tenga toda la columna de explosivos en el taladro para que detone.
3. Se recomienda utilizar en todos los frentes retenedores de energía (tacos de arcilla) para así aprovechar correctamente los gases del explosivo y mejorar la eficiencia de la voladura.
4. Se recomienda tener más pulmones de aire para mantener la presión del aire constante.

BIBLIOGRAFÍA

- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- BELTRAN, K. (2018). *Optimización de explotación del tajo 427- cuerpo Chiara 445 usando taladros largos paralelos – Cía. Minera Casapalca S.A.-2017*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú.
- BELTRAN, S. (2022). *“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MINA SUBTERRÁNEA EN PATAZ LA LIBERTAD 2020”*. [tesis de licenciamiento, Universidad Privada del Norte.
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación, tercera edición*. Pearson Educación de Colombia Ltda.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en minería*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Politécnica de Madrid.
- CONDORI, VELAZCO, M. (2021). *“Optimización de perforación y voladura por el método de Roger Holmberg en minera aurífera Estrella de Chaparra S.A.”*. [tesis de licenciamiento, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ] REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ.
- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia técnica.
- EXSA. (s.f.). *Manual práctico de voladura, 4ta edición*. exsa.
- FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. (2018). Emulsiones/Hidrogel a granel no sensibilizado SAN-G APU.
- Hernández; Fernández; Baptista, R. (2014). *Metodología de la investigación, sexta edición*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodología de la investigación (sexta edición ed.)*. (M. e. S.A., Ed.)
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MENERO DE ESPAÑA. (1990). *Mecánica de rocas aplicada a la minería metálica subterránea*.

- Instituto Geológico y Minero de España. (1987). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Instituto Geológico y Minero de España.
- LOPEZ JIMENO, C. (2008). *Manual de Túneles y Obras subterráneas*.
- LOPEZ, LOPEZ, PERNIA, PLA, C. (1987). *Manual de perforación y voladura de rocas*. (I. G. España, Ed.)
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana*.
- Ministerio del ambiente. (2016). *Guía del Sistema Nacional de Gestión Ambiental*.
- QUINTO, L. (2022). *Diseño de malla de perforación y voladura en SLS – Taladros largos para mejorar la estabilidad de las excavaciones subterráneas en mina Animon de Volcán Compañía Minera S.A.A.* [tesis de licenciamiento UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU] repositorio institucional UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU.
- REPUBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. (2003). *Glosario técnico minero*. Colombia.
- SALCEDO, J. (2020). *Evaluación técnica de la voladura en la compañía minera Corihuarmi*. [tesis de licenciamiento, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión] repositorio institucional Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (cuarta edición ed.). (L. N. Editores, Ed.)
- ZEA, BELTRAN, Y. (2021). *Optimización de la granulometría en función de la voladura controlada en Mina Marcapunta Norte, Sociedad Minera El Brocal, Arequipa 2020*. [tesis institucional Universidad Continental] repositorio institucional Universidad Continental.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

KG DE EXPLOSIVO	AVANCE EJECUTADO	TON	M3	KG/TON	KG/M3	KG/M
40.164	1.6	21.197	9.216	1.895	4.358	25.103
40.280	1.4	18.547	8.064	2.172	4.995	28.771
39.746	1.57	20.799	9.043	1.911	4.395	25.316
40.389	1.45	19.210	8.352	2.103	4.836	27.854
40.164	1.6	21.197	9.216	1.895	4.358	25.103
40.389	1.45	19.210	8.352	2.103	4.836	27.854
38.387	1.6	21.197	9.216	1.811	4.165	23.992
40.648	1.58	20.932	9.101	1.942	4.466	25.726
40.648	1.54	20.402	8.870	1.992	4.582	26.395
40.648	1.59	21.064	9.158	1.930	4.438	25.565
40.648	1.54	20.402	8.870	1.992	4.582	26.395
40.648	1.58	20.932	9.101	1.942	4.466	25.726
40.648	1.58	20.932	9.101	1.942	4.466	25.726
40.648	1.34	17.752	7.718	2.290	5.266	30.334
39.387	1.54	20.402	8.870	1.931	4.440	25.576
40.648	1.45	19.210	8.352	2.116	4.867	28.033
40.927	1.58	20.932	9.101	1.955	4.497	25.903
40.160	1.66	21.992	9.562	1.826	4.200	24.193
40.530	1.58	20.932	9.101	1.936	4.454	25.652
39.704	1.58	20.932	9.101	1.897	4.363	25.129
39.937	1.59	21.064	9.158	1.896	4.361	25.118
38.750	1.56	20.667	8.986	1.875	4.312	24.840
39.860	1.58	20.932	9.101	1.904	4.380	25.228
41.848	1.45	19.210	8.352	2.178	5.010	28.860
41.848	1.62	21.462	9.331	1.950	4.485	25.832
39.203	1.59	21.064	9.158	1.861	4.280	24.656
40.550	1.58	20.932	9.101	1.937	4.456	25.664
44.147	1.57	20.799	9.043	2.122	4.882	28.119
40.159	1.57	20.799	9.043	1.931	4.441	25.579
41.195	1.6	21.197	9.216	1.943	4.470	25.747
41.428	1.57	20.799	9.043	1.992	4.581	26.387
37.774	1.4	18.547	8.064	2.037	4.684	26.981
41.195	1.62	21.462	9.331	1.919	4.415	25.429
40.164	1.6	21.197	9.216	1.895	4.358	25.103
40.648	1.3	17.222	7.488	2.360	5.428	31.267
40.648	1.48	19.607	8.525	2.073	4.768	27.465
40.648	1.5	19.872	8.640	2.045	4.705	27.098
40.648	1.5	19.872	8.640	2.045	4.705	27.098
41.648	1.7	22.522	9.792	1.849	4.253	24.499
40.387	1.55	20.534	8.928	1.967	4.524	26.056
40.648	1.45	19.210	8.352	2.116	4.867	28.033

40.648	1.4	18.547	8.064	2.192	5.041	29.034
39.387	1.4	18.547	8.064	2.124	4.884	28.133
40.648	1.58	20.932	9.101	1.942	4.466	25.726
41.239	1.4	18.547	8.064	2.223	5.114	29.457
40.648	1.54	20.402	8.870	1.992	4.582	26.395
38.659	1.4	18.547	8.064	2.084	4.794	27.614
38.261	1.3	17.222	7.488	2.222	5.110	29.431
40.579	1.35	17.885	7.776	2.269	5.218	30.058
40.579	1.61	21.329	9.274	1.902	4.376	25.204
38.333	1.54	20.402	8.870	1.879	4.321	24.892
40.700	1.5	19.872	8.640	2.048	4.711	27.133
40.700	1.3	17.222	7.488	2.363	5.435	31.308
44.172	1.52	20.137	8.755	2.194	5.045	29.061
44.172	1.8	23.846	10.368	1.852	4.260	24.540
40.700	1.6	21.197	9.216	1.920	4.416	25.438
40.700	1.58	20.932	9.101	1.944	4.472	25.760
40.172	1.5	19.872	8.640	2.022	4.650	26.782
40.172	1.56	20.667	8.986	1.944	4.471	25.752
42.040	1.4	18.547	8.064	2.267	5.213	30.028
41.050	1.48	19.607	8.525	2.094	4.815	27.737
40.393	1.56	20.667	8.986	1.955	4.495	25.893
40.393	1.62	21.462	9.331	1.882	4.329	24.934
42.393	1.57	20.799	9.043	2.038	4.688	27.002
41.393	1.6	21.197	9.216	1.953	4.491	25.871
41.393	1.4	18.547	8.064	2.232	5.133	29.567
41.393	1.56	20.667	8.986	2.003	4.607	26.534
40.393	1.52	20.137	8.755	2.006	4.614	26.575
42.393	1.4	18.547	8.064	2.286	5.257	30.281
41.858	1.6	21.197	9.216	1.975	4.542	26.161
42.393	1.4	18.547	8.064	2.286	5.257	30.281
41.393	1.4	18.547	8.064	2.232	5.133	29.567
41.393	1.4	18.547	8.064	2.232	5.133	29.567
41.393	1.4	18.547	8.064	2.232	5.133	29.567
37.586	1.5	19.872	8.640	1.891	4.350	25.058
39.628	1.62	21.462	9.331	1.846	4.247	24.462
40.389	1.5	19.872	8.640	2.032	4.675	26.926
41.795	1.61	21.329	9.274	1.959	4.507	25.959
58.565	1.9	25.171	10.944	2.327	5.351	30.824
40.389	1.5	19.872	8.640	2.032	4.675	26.926
40.164	1.54	20.402	8.870	1.969	4.528	26.081
39.746	1.45	19.210	8.352	2.069	4.759	27.411
39.522	1.62	21.462	9.331	1.841	4.235	24.396
40.389	1.57	20.799	9.043	1.942	4.466	25.725
41.795	1.6	21.197	9.216	1.972	4.535	26.122

40.389	1.52	20.137	8.755	2.006	4.613	26.571
40.389	1.57	20.799	9.043	1.942	4.466	25.725
40.164	1.6	21.197	9.216	1.895	4.358	25.103
40.389	1.56	20.667	8.986	1.954	4.495	25.890
40.389	1.5	19.872	8.640	2.032	4.675	26.926
40.164	1.54	20.402	8.870	1.969	4.528	26.081
39.628	1.55	20.534	8.928	1.930	4.439	25.566
40.389	1.45	19.210	8.352	2.103	4.836	27.854
40.389	1.55	20.534	8.928	1.967	4.524	26.057
40.621	1.61	21.329	9.274	1.904	4.380	25.230
40.389	1.56	20.667	8.986	1.954	4.495	25.890
40.164	1.57	20.799	9.043	1.931	4.441	25.582
40.389	1.35	17.885	7.776	2.258	5.194	29.918
40.389	1.54	20.402	8.870	1.980	4.553	26.226
40.164	1.54	20.402	8.870	1.969	4.528	26.081
40.164	1.54	20.402	8.870	1.969	4.528	26.081
36.816	1.6	21.197	9.216	1.737	3.995	23.010
41.164	1.58	20.932	9.101	1.967	4.523	26.053
41.739	1.59	21.064	9.158	1.982	4.558	26.251
40.524	1.58	20.932	9.101	1.936	4.453	25.648
40.995	1.56	20.667	8.986	1.984	4.562	26.279
41.739	1.54	20.402	8.870	2.046	4.705	27.104
38.387	1.55	20.534	8.928	1.869	4.300	24.766
38.387	1.54	20.402	8.870	1.882	4.328	24.926
38.387	1.58	20.932	9.101	1.834	4.218	24.295
38.387	1.56	20.667	8.986	1.857	4.272	24.607
40.648	1.57	20.799	9.043	1.954	4.495	25.890
38.387	1.54	20.402	8.870	1.882	4.328	24.926
38.387	1.58	20.932	9.101	1.834	4.218	24.295
39.461	1.58	20.932	9.101	1.885	4.336	24.975
39.111	1.69	22.389	9.734	1.747	4.018	23.143
42.036	1.6	21.197	9.216	1.983	4.561	26.272
42.649	1.58	20.932	9.101	2.038	4.686	26.993
36.994	1.45	19.210	8.352	1.926	4.429	25.513
36.771	1.57	20.799	9.043	1.768	4.066	23.421
38.977	1.57	20.799	9.043	1.874	4.310	24.826
40.927	1.58	20.932	9.101	1.955	4.497	25.903
42.128	1.57	20.799	9.043	2.025	4.659	26.833
40.927	1.4	18.547	8.064	2.207	5.075	29.234
39.937	1.45	19.210	8.352	2.079	4.782	27.543
37.771	1.57	20.799	9.043	1.816	4.177	24.058
40.977	1.66	21.992	9.562	1.863	4.286	24.685
39.704	1.4	18.547	8.064	2.141	4.924	28.360
40.481	1.45	19.210	8.352	2.107	4.847	27.918

38.334	1.54	20.402	8.870	1.879	4.322	24.892
43.628	1.4	18.547	8.064	2.352	5.410	31.163
40.927	1.45	19.210	8.352	2.131	4.900	28.226
42.195	1.45	19.210	8.352	2.197	5.052	29.100
41.195	1.56	20.667	8.986	1.993	4.585	26.407
41.195	1.56	20.667	8.986	1.993	4.585	26.407
38.195	1.56	20.667	8.986	1.848	4.251	24.484
41.195	1.55	20.534	8.928	2.006	4.614	26.578
41.195	1.49	19.740	8.582	2.087	4.800	27.648
39.719	1.59	21.064	9.158	1.886	4.337	24.981
40.165	1.56	20.667	8.986	1.943	4.470	25.747
40.389	1.61	21.329	9.274	1.894	4.355	25.086
40.389	1.54	20.402	8.870	1.980	4.553	26.226
40.648	1.6	21.197	9.216	1.918	4.411	25.405
38.387	1.54	20.402	8.870	1.882	4.328	24.926
40.648	1.45	19.210	8.352	2.116	4.867	28.033
38.387	1.6	21.197	9.216	1.811	4.165	23.992
38.387	1.58	20.932	9.101	1.834	4.218	24.295
38.387	1.4	18.547	8.064	2.070	4.760	27.419
54.191	1.98	26.231	11.405	2.066	4.752	27.369
38.387	1.62	21.462	9.331	1.789	4.114	23.696
40.648	1.45	19.210	8.352	2.116	4.867	28.033
38.387	1.54	20.402	8.870	1.882	4.328	24.926
38.387	1.62	21.462	9.331	1.789	4.114	23.696
40.648	1.56	20.667	8.986	1.967	4.524	26.056
40.648	1.45	19.210	8.352	2.116	4.867	28.033
41.594	1.59	21.064	9.158	1.975	4.542	26.160
39.341	1.4	18.547	8.064	2.121	4.879	28.100
41.594	1.52	20.137	8.755	2.066	4.751	27.365
39.341	1.56	20.667	8.986	1.904	4.378	25.218
38.659	1.54	20.402	8.870	1.895	4.358	25.104
41.478	1.55	20.534	8.928	2.020	4.646	26.760
38.309	1.54	20.402	8.870	1.878	4.319	24.876
40.882	1.35	17.885	7.776	2.286	5.257	30.283
40.700	1.45	19.210	8.352	2.119	4.873	28.069
40.172	1.4	18.547	8.064	2.166	4.982	28.695
34.823	1.38	18.282	7.949	1.905	4.381	25.234
40.700	1.5	19.872	8.640	2.048	4.711	27.133
40.700	1.5	19.872	8.640	2.048	4.711	27.133
40.700	1.45	19.210	8.352	2.119	4.873	28.069
40.440	1.55	20.534	8.928	1.969	4.530	26.091
40.893	1.3	17.222	7.488	2.374	5.461	31.457
41.393	1.54	20.402	8.870	2.029	4.666	26.879
41.393	1.32	17.487	7.603	2.367	5.444	31.359

44.354	1.57	20.799	9.043	2.132	4.905	28.251
36.736	1.55	20.534	8.928	1.789	4.115	23.700
50.271	2	26.496	11.520	1.897	4.364	25.135
41.393	1.56	20.667	8.986	2.003	4.607	26.534
40.393	1.7	22.522	9.792	1.794	4.125	23.761
40.393	1.56	20.667	8.986	1.955	4.495	25.893
39.858	1.55	20.534	8.928	1.941	4.464	25.715
41.393	1.4	18.547	8.064	2.232	5.133	29.567
41.393	1.4	18.547	8.064	2.232	5.133	29.567

Emulnor 1000 1" x 12" (150 ct/cj)	cartuchos								
Emulnor 1000 1" x 8" (230 ct/cj)	cartuchos								
Emulnor 500 1" x 8" (294 ct/cj)	cartuchos								
ANFO	kg								
Total Peso de Explosivo	kg								
RESULTADOS									
Avance Promedio	m								
Tacos Promedio	m								
Eficiencia de Perforación	%								
Porcentaje de Avance	%								
Volumen Roto	m ³								
Tonelaje Roto	Tn								
Factor de Avance	Kg / m								

Matriz de Consistencia

Título: “CONTROL DE LA CALIDAD OPERACIONAL DE LA VOLADURA EN LAS LABORES SUBTERRANEAS EN LA UNIDAD MINERA YARUCHAGUA”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>2.3.1 Problema general ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C?</p> <p>2.3.2 Problemas específicos Problema específico a ¿Qué resultados tendremos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías, que se tendría en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C?</p> <p>Problema específico b ¿Qué resultados tendremos de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los sub niveles y chimeneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p>	<p>2.4.1 Objetivo general Determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p> <p>2.4.2 Objetivos específicos Objetivo específico a. Determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías, que se tendrá en cuenta para su mejora, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p> <p>Objetivo específico b. Determinar los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los sub niveles y chimeneas, que se tendrá en cuenta para su mejora, Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p>	<p>3.4.1 Hipótesis General Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en las labores subterráneas, se tendrá en cuenta para la mejora de la voladura, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p> <p>3.4.2 Hipótesis específicas Hipótesis específica a. Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de las galerías, se tendrá en cuenta para la mejora de la voladura, en la Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p> <p>Hipótesis específica b. Los resultados de la evaluación de la calidad operacional de la voladura en la construcción de los sub niveles y chimeneas, se tendrá en cuenta para la mejora de la voladura, Unidad Minera Yaruchagua de la Empresa Glore Perú S.A.C</p>	<p>3.5.1 Variables para la hipótesis general Calidad operacional de la voladura Mejora de la voladura</p> <p>3.5.2 Variables para la hipótesis específicas Variable para la hipótesis específica a. Calidad operacional de la voladura en galerías Mejora de la voladura Variable para la hipótesis específica b. Calidad operacional de la voladura en sub niveles y chimeneas Mejorar de la voladura</p>	<p>-Tipo de I. Aplicada -Nivel de I. descriptivo y explicativo -Método de I. deductivo y de análisis -Diseño de I no experimental -Muestra de I Frentes de 6 y 8 pies, roca dura de 3 m x 3 m Frentes de 6 y 8 pies, roca semi dura de 3 m x 3 m Sub nivel de 4 pies, de 1.2 m x 1.8 m. Sub nivel de 6 pies, de 1.2 m x 1.8 m. Chimeneas de 6 pies de 1.2 m x 1.2 m Chimeneas de 4 pies de 1.2 m x 2.4 m</p>

FUENTE: Elaboración propia.