

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS



T E S I S

**Comparación del uso de explosivos en la voladura de frentes y tajeos, en
la Empresa Minera Marsa**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Jhonatan ESPINOZA QUISPE

Asesor: Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS



T E S I S

**Comparación del uso de explosivos en la voladura de frentes y tajeos, en
la Empresa Minera Marsa**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA

PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA

MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi madre Dominga Quispe Vitor por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a la empresa MINCOTRALL, por darme la oportunidad de empezar a desarrollarme como profesional y así poder realizar este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de trabajo en la Minera Aurífera Retamas S.A.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, que me permitió aprender con docentes de alta calidad y apoyo en la formación de profesionales altamente competitivos para la sociedad.

A todos los docentes, plana administrativa, y colegas de la Facultad de Ingeniería de Minas, por sus aportes, consejos y experiencias en mi etapa de estudiante que han encaminado mi carrera profesional.

A mi madre y hermano, por creer y confiar en mí. Por ser siempre mis principales motivadores y los formadores de lo que ahora soy como persona.

RESUMEN

Habiendo concluido con la investigación mencionamos a manera de resumen algunos aspectos más importantes:

El objetivo del estudio está dirigido a Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en la “Empresa Minera MARSA”, El tipo de nuestra investigación es aplicado, el método de análisis y síntesis, inductivo deductivo, Se empleará un diseño cuantitativo, las muestras seleccionadas para el estudio fueron: frentes de 4 m. x 4 m., y 3.5 m. x 3.m y tajeos de dimensiones de 3 m. x 3.5 m.

Como conclusiones más importantes tenemos:

Tras haber realizado la presente investigación y realizado las pruebas con los explosivos Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45 y Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12". (17 voladuras en “frentes” y 5 voladuras en “tajeos”) y de haber interpretado su repercusión técnico-económica podemos concluir en lo siguiente:

1. Desde el punto de vista técnico ha sido posible:
 - Mejorar los avances en “frentes” e incrementar los volúmenes de rotura en los “tajeos”.
 - Reducir los factores de perforación.
 - Reducir los factores de potencia.
 - Disminuir la concentración de los contaminantes.
 - Demostrar la simplicidad de uso del producto.
2. Desde el punto de vista económico se ha deducido importantes ahorros, tanto en “frentes” como en “tajeos”; esto como consecuencia de la mejor calidad de los disparos.

Palabras claves: Voladura, explosivos Semexsa 65, Dinamita Exadit 45 y Emulnor 3000.

ABSTRACT

Having concluded the investigation, we mention as a summary some more important aspect:

The objective of the study is aimed at determining the results when comparing the explosives dynamite Semexsa 65 and Exadit 45 with mulsifier 3000 and Detonite in the blasting of fronts and pits, in the "MARSA Mining Company". The type of our investigation is applied, the method of analysis and synthesis, inductive deductive, a quantitative design will be used, the samples selected for the study were: fronts of 4 m. x 4 m., and 3.5 m. x 3.m and cuts of dimensions of 3 m. x 3.5 m.

As the most important conclusions we have:

After having carried out the present investigation and carried out the tests with the explosives Semexsa 65 and Dynamite Exadit 45 and Emulnor 3000 of 1.1 / 2 "x 12". (17 blasts in "fronts" and 5 blasts in "pits") and having interpreted their technical-economic impact, we can conclude as follows:

1. From a technical point of view it has been possible to:
 - Improve the advances in "fronts" and increase the volumes of breakage in the "tajeos".
 - Reduce drilling factors.
 - Reduce power factors.
 - Reduce the concentration of pollutants.
 - Demonstrate the simplicity of use of the product.
2. From the economic point of view, significant savings have been deducted, both in "fronts" and in "tajeos"; this as a consequence of the better quality of the shots.

Keywords: Blasting: explosives Semexsa 65, Dynamite Exadit 45 and Emulnor 3000

INTRODUCCIÓN

La minería a nivel mundial es una actividad donde el proceso de perforación y voladura, es indispensable el uso de explosivos, sobre todo en terrenos, donde la roca es de gran dureza, muy tenaz y se encuentre en su estado masivo. Ya que la elección de un explosivo bien sea dinamita, geles y agentes explosivos, emulsiones va a depender directamente del tipo de suelo y de las propiedades y características de las rocas que se desea fragmentar, siempre tomando en cuenta los distintos tipos de explosivos que se encuentren en el mercado.

De igual manera en América y en el Perú las empresas dedicadas a la actividad minera, están cada vez modernizando sus operaciones y en el campo de la perforación y voladura el uso de equipos, maquinarias, materiales, técnicas son cada vez más eficientes.

Frente a estos avances las empresas mineras del Perú siguen el mismo camino para mejorar su competitividad a nivel mundial, en este rumbo la “MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A. MARSA” se han propuesto conseguir mejores resultados.

La tesis que presento está orientado a buscar mejoras en cuanto al proceso de voladura al proponer realizar una comparación entre los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, con el objetivo de ver los resultados en cada uno de ellos en la fragmentación, producción de gases, factor de potencia, factor de perforación y costos, donde veremos si hay alguna ventaja de uno sobre el otro explosivo, lo cual redundaran en la mejora de los disparos, esto es el motivo de mi investigación.

La investigación comprende cuatro capítulos lo cual detallamos resumidamente.

El capítulo I abarca sobre nuestro problema de investigación el uso de los dos explosivos en dicha mina, su problema, objetivos, justificación y limitación.

El capítulo II plantea el marco teórico buscando antecedentes sobre el tema, las bases teóricas referentes a voladura, características de estos explosivos, la terminología empleada, planteamiento de la hipótesis y sus variables.

El capítulo III nos indica el cómo desarrollaremos la investigación en cuanto al tipo, nivel, método, diseño que emplearemos, así como también la población, muestra, las técnicas de recolección y procesamiento de datos, tocando la parte ética.

El capítulo IV nos lleva a los resultados de la investigación, detallando el estudio de campo, el análisis del uso de los dos explosivos, discusión de resultados para arribar en conclusiones y recomendaciones.

EL AUTOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

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	Problemas específicos	2
1.4	Formulación de Objetivos	3
1.4.1	Objetivo general.....	3
1.4.2	Objetivos específicos	3
1.5	Justificación de la investigación	3
1.6	Limitaciones de la investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio	5
2.2	Bases teóricas – científicas.....	7

2.2.1 Perforación	7
2.2.2 Voladura	12
2.2.3 Emulsiones	14
2.2.4 Dinamita EXADIT	18
2.2.5 Costos de voladura	20
2.3 Definición de términos básicos	21
2.4 Formulación de la Hipótesis.....	24
2.4.1 Hipótesis General	24
2.4.2 Hipótesis específicas.....	24
2.5 Identificación de Variables	24
2.5.1 Variables para la hipótesis general	24
2.5.2 Variables para las hipótesis específicas.....	25
2.6 Definición operacional de variables e indicadores.....	26

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación	27
3.2 Nivel de investigación	27
3.3 Métodos de investigación	27
3.4 Diseño de investigación	28
3.5 Población y muestra	28
3.5.1 Población	28
3.5.2 Muestra.....	28
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.6.1 Técnicas	28
3.6.2 Instrumentos	29

3.7 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	29
3.7.1 Selección de instrumentos	29
3.7.2 Validación de instrumentos	29
3.7.3 Confiabilidad de instrumentos	29
3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	29
3.9 Tratamiento Estadístico	30
3.10 Orientación ética filosófica y epistémica.....	30

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo	31
4.1.1 Malla de perforación	31
4.1.2 Parámetros de la perforación y voladura.....	36
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	42
4.2.1 Evaluación de la fragmentación	42
4.2.2 Producción de gases Instrumento Detector Multigas Digital Drager	49
4.2.3 Factor de potencia y de perforación	53
4.2.4 Aspecto económico.....	56
4.3 Prueba de Hipótesis.....	60
4.3.1 Hipótesis general	60
4.3.2 Hipótesis específica	60
4.4 Discusión de resultados.....	62

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características técnicas	19
Tabla 2 Presentación	20
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	26
Tabla 4 Parámetros de perforación con Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	37
Tabla 5 Parámetros de voladura para tajeos, con Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	37
Tabla 6 Parámetros de perforación para tajeos, con Emulnor de 1.1/2"x 12"	38
Tabla 7 Parámetros de voladura para tajeos, con Emulnor de 1.1/2"x 12"	38
Tabla 8 Parámetros de perforación para frentes	39
Tabla 9 Parámetros de voladura para frentes	40
Tabla 10 Consumo de explosivos	41
Tabla 11 Grado de fragmentación, primera prueba.....	44
Tabla 12 Grado de fragmentación.....	46
Tabla 13 Resultado de monitoreo	50
Tabla 14 Monitoreo de los gases en la manga de ventilación	51
Tabla 15 Resultado de análisis	53
Tabla 16 Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en Frentes	54
Tabla 17 Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en tajeos	55
Tabla 18 Evaluación económica en frentes de 3.50 m x 3.0 m.....	56
Tabla 19 Evaluación económica en frentes de 4.0 m x 4.0 m.....	57
Tabla 20 Evaluación económica en tajeos	58
Tabla 21 Costos en frentes	59
Tabla 22 Costos en Tajeos	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adaptadores de culata	9
Figura 2 Varillaje cónico.....	10
Figura 3 Manguitos	10
Figura 4 Broca de botones.....	11
Figura 5 Emulnor	15
Figura 6 Tipos de Emulnor.....	16
Figura 7 Características técnicas	17
Figura 8 Presentación.....	17
Figura 9 Muestra de Exadit	18
Figura 10 Malla de perforación galería 420 - N400	32
Figura 11 Malla de perforación tajeo T25 - N400	33
Figura 12 Trazo de perforación	34
Figura 13 Tipo de corte empleado	34
Figura 14 Preparación del cebo para la voladura.....	35
Figura 15 Amarre del cordón Fanel con el conector principal.....	35
Figura 16 Instalación de los explosivos en los taladros.....	36
Figura 17 Carguío de taladros.....	41
Figura 18 Vista tomada después de la voladura de frentes, primera prueba.....	42
Figura 19 Lectura de bloques primera prueba.....	43
Figura 20 Imágenes de la fragmentación, primera prueba	43
Figura 21 Gráfico de curva acumulada, primera prueba.....	44
Figura 22 Vista tomada después de la voladura del frente, segunda prueba	45
Figura 23 Imágenes de la fragmentación, segunda prueba.....	45
Figura 24 Histograma, segunda prueba	46
Figura 25 Fragmentación acumulada.....	47
Figura 26 Distribución acumulada.....	48

Figura 27 Control de gases.....	49
Figura 28 Registro de monitoreo de gases.....	50
Figura 29 Monitoreo de los gases.....	52
Figura 30 Finalización del carguío de taladros.....	55
Figura 31 Colocación de tubos de PVC en los taladros.....	59

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

La actualidad de todas las industrias del mundo es la tendencia a mejorar sus procesos productivos, lo que está conllevando a usar nuevas tecnologías, mejorar estos procesos, reducir costos; y estos resultados benefician a la humanidad.

Dentro de este enfoque las empresas mineras del Perú siguen el mismo camino para mejorar su competitividad a nivel mundial, en este rumbo las minas del Norte del país, y muy en especial la “MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A. MARSA” se ha propuesto conseguir mejores resultados.

La tesis que presento está orientado a buscar mejoras en cuanto al proceso de voladura al proponer realizar una comparación entre los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, con el objetivo de ver los resultados en cada uno de ellos en la fragmentación, producción de gases, factor de potencia, factor de perforación y costos, donde veremos si hay alguna ventaja de uno sobre el otro explosivo, lo

cual redundaran en la mejora de los disparos, esto es el motivo de mi investigación.

1.2 Delimitación de la investigación

1.2.1 *Delimitación espacial*

Este proyecto se implementará en la “Empresa Minera Retamas S.A. MARSA” ubicada al Norte del país.

1.2.2 *Delimitación temporal*

El desarrollo del proyecto llevo un tiempo de 6 meses de agosto a diciembre del 2020.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 *Problema general*

¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en la “Empresa Minera MARSA”?

1.3.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, en la “Empresa Minera MARSA”?
- b. ¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, en la “Empresa Minera MARSA”?

- c. ¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, en la “Empresa Minera MARSA”?

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Comparar los resultados de la voladura de frentes y tajeos utilizando explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita, en la “Empresa Minera MARSA”.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, en la “Empresa Minera MARSA”.
- b) Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, en la “Empresa Minera MARSA”.
- c) Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, la “Empresa Minera MARSA”.

1.5 Justificación de la investigación

Esta propuesta es valiosa en la medida de que podemos encontrar resultados que ayude a la empresa minera. Específicamente, relacionados a la mejora de la fragmentación, controlar el factor de potencia, el factor de perforación, producción de gases y reducir costos.

Justifica también porque se puede tomar o generalizar los resultados en el resto de las minas del Perú.

En lo personal me ayudara a poder titularme. Estos aspectos justifican el porqué de mi tesis.

1.6 Limitaciones de la investigación

Al realizar el análisis de la problemática de mi tesis no he tenido contratiempos, tampoco en la formulación de mi proyecto, tampoco lo tuve al desarrollar la tesis, ya que conté con el apoyo del personal de la mina y mis colaboradores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

En cuanto al desarrollo de este trabajo vemos que hay buena cantidad de información referente al tema de los cuales se ha tomado los siguientes:

Primer antecedente:

(Cuyubamba, 2019) en la tesis “Zonificación geomecánica para optimizar el diseño de malla de perforación y voladura - Unidad Minera Parcoy - Consorcio Minero Horizonte S.A” se propone que la geomecánica ayuda a diseñar la perforación y voladura, para lo cual se realizaron las pruebas en las labores subterráneas clasificando a la masa rocosa de la mina en tres zonas geomecánicas, clasificando geomecanicamente a la mina con el grado de 31 - 40 RMR clase IV mala A.

Entre los resultados más importante tenemos, el factor de carga de 0,660 kg/tn con el uso de la dinamita Semexsa 65% 1 1/2 x 12 y un ahorro de 2.250 kg de dinamita por disparo.

Segundo antecedente:

(Barzola , 2018) en la tesis titulada “Optimización de los estándares de perforación y voladura en la reducción de costos operativos en el crucero xc 10654-nw (gal 10602-n), Empresa Especializada Mincotral S.R.L.- Minera Aurífera Retamas S.A.” trata sobre la mejora del presupuesto de costes para la perforación y voladura tomando como referencia las pruebas en el crucero XC10654 – NW (Gal 10602 – N), tiene como conclusión principal la reducción del costo de la perforación y voladura lográndose reducir en un 13.26 % en relación a los costos anteriores; también llega a otra conclusión sobre la reducción del consumo de explosivo, el factor de carga a 1.79 kg/m³, disminución del número de taladros perforados en una cantidad de tres taladros por disparo, y el rendimiento por hombre guardia a 0.55 m/hombre guardia.

Tercer antecedente:

(Chambi, 2019) en la tesis “Análisis y optimización de las operaciones de perforación y voladura para el desarrollo de estándares técnicos e incremento de utilidades en Mina Tambomayo” que desarrolla las mejoras en perforación y voladura, en esta investigación usaron perforadoras Jumbo RB 281, barrenos de 14’, realizándose la voladura con Anfo y emulsiones.

Como conclusión diremos que la tesis se enfoca principalmente en la reducción de costos, logrando un nuevo diseño del mallado para la perforación con lo que se obtuvo un costo de perforación de 135.45 \$/tn y con el uso de explosivos se obtuvo un costo de 95.53 \$/m concluyendo que la optimizar la operación es factible.

Cuarto antecedente:

(Canchanya y Guillen, 2020) en la tesis titulada “Propuesta de implementación del cambio de explosivo Emulex (80,65 y 45) a emulsión Quantex sub para la reducción de los costos de voladura en la rampa NV175 Nancy de la

Unidad Minera Animon de Empresa Administradora Chungar S.A.C.” expone como se controló los parámetros de perforación en la rampa NV 175 Nancy y en lo referente a la voladura se propuso cambiar Emulex 80,65 y por Quantex sub, logrando 92 por ciento de una eficiencia para la perforación y 2.78 kg/m³ como factor de carga. Con ello se obtuvo un ahorro de 43.14 \$/m en voladura y una disminución en la cantidad de taladros en 6 taladros.

Quinto antecedente:

(Avila, 2020) en la tesis titulada “Diseño de perforación y voladura para mejorar fragmentación del mineral en mina Virgen del Rosario - U.P. Huallgayoc – 2020” está enfocada en diseñar el sistema de voladura y perforación con el fin de alcanzar una mejora en la fragmentación en dicha mina.

Es una investigación de tipo aplicativo, experimental, con cuyas conclusiones se logró optimizar la perforación y voladura en dicha mina, obteniendo una reducción de la dilución, en la voladura se usó como cebo el Emulnor 5000 y como explosivo el Anfo y el Emulsor 3000 con lo que se mejoró los resultados.

2.2 Bases teóricas – científicas

2.2.1 Perforación

2.2.1.1 Caracterización.

En la tesis de (Parra, 2018), menciona que la perforación es:

“El principio de la perforación es efectuar golpes continuos con filos cortantes en un extremo de mayor dureza que la roca; y en el otro extremo es golpeado y girado en forma continua, de tal manera que cada golpe produce un corte en la roca en diferente posición, el resultado final será la perforación de un taladro cuyo diámetro será igual al diámetro del filo cortante usado” (Parra, 2018, pág. 7).

2.2.1.2 Tipos de perforación.

Según el (Instituto Geológico y Minero de España, 1987) podemos mencionar dos tipos de perforación de acuerdo a la máquina que se usa:

2.2.1.3 Perforación manual.

Se lleva a cabo con equipos ligeros manejados a mano por los perforistas. Se utiliza en trabajos de pequeña envergadura donde por las dimensiones no es posible utilizar otras máquinas o no está justificado económicamente su empleo.

2.2.1.4 Perforación mecanizada.

Los equipos de perforación van montados sobre unas estructuras, de tipo mecánico, con las que el operador consigue controlar todos los parámetros de la perforación desde unas posiciones cómodas. Estas estructuras o chasis pueden ir montadas sobre neumáticos u orugas y ser automotrices o remolcables” (Instituto Geológico y Minero de España, 1987, pág. 15).

2.2.1.5 Accesorios de perforación rotopercutiva.

“Para realizar un trabajo de perforación específico puede elegirse diversas combinaciones de accesorios. Los factores que hay que considerar en la selección de sus componentes son; diámetro de los barrenos y longitudes, estructura, resistencia y abrasividad de las rocas, tamaño y potencia de la perforadora, experiencias anteriores y facilidades de suministro.

La sarta de perforación está constituida generalmente por los siguientes elementos: adaptadores de culata, manguitos, varillas de

extensión y brocas” (Instituto Geológico y Minero de España, 1987, pág. 57).

2.2.1.6 Adaptadores.

“Los adaptadores de culata o espigas son aquellos elementos que se fijan a la perforadora para transmitir la energía de impacto y la rotación del varillaje y el empuje.” (Instituto Geológico y Minero de España, 1987, pág. 59).

Figura 1

Adaptadores de culata



2.2.1.7 Varillaje.

Los elementos de prolongación de la sarta son generalmente de la siguiente manera: “Varillas o barras, Tubos, Las primeras son las que se utilizan cuando se perfora con martillo en cabeza y pueden tener sección hexagonal o redonda, Las varillas tienen roscas externas macho y son acopladas por manguitos.” (Instituto Geológico y Minero de España, 1987, pág. 60).

Figura 2

Varillaje cónico



2.2.1.8 Manguitos.

Definido como:

“Los manguitos sirven para unir las varillas unas a otras hasta conseguir la longitud deseada con ajuste suficiente para asegurar que los extremos estén en contacto y que la transmisión de energía sea efectiva

Los tipos de manguitos son:

Simples, b) Con semipunte, c) Con puente, d) Con estrías, e) Con aletas de gran diámetro” (Instituto Geológico y Minero de España, 1987, pág. 63).

Figura 3

Manguitos



2.2.1.9 Brocas de botones.

“Estas brocas disponen de unos botones o insertos cilíndricos de carburo de tungsteno distribuidos sobre la superficie de la misma, Se fabrican en diámetros que van desde los 50 mm hasta los 125 mm.”
(Instituto Geologico y Minero de España, 1987, pág. 64).

Figura 4

Broca de botones



2.2.1.10 Brocas de pastillas.

Este tipo de brocas se fabrican teniendo como materia prima el tungsteno como lo señala el Instituto Geológico y Minero de España:

“Se dispone de dos configuraciones de diseño: Bocas en cruz y bocas en X. las primeras están construidas con cuatro plaquitas de carburo de tungsteno dispuestos en ángulo recto, mientras que en las bocas en X estas plaquitas forman ángulos de 75 y 105 unas con otras.”
(Instituto Geologico y Minero de España, 1987, pág. 64).

2.2.2 Voladura

2.2.2.1 Explosivos.

Este concepto lo tomamos del siguiente libro, donde define como: “sustancias químicas con un cierto grado de inestabilidad en los enlaces atómicos de sus moléculas que, ante determinadas circunstancias o impulsos externos, propicia una reacción rápida de disociación y nuevo reagrupamiento de los átomos en formas más estables” (BERNAOLA, CASTILLA, HERRERA, 2013, pág. 65)

2.2.2.2 Clases de explosivos.

Una forma de clasificar lo tomamos del manual de Enaex que mostramos a continuación:

a) DINAMITAS

Se define como: “Mezcla explosiva cuyo sensibilizador es la nitroglicerina” (Enaex, s/f., pág. 26).

Tipos: “Gelatinas – Amongelatinas; Semigelatinas – Tronex Plus, Dinatrón, Softrón; Pulverulentas - Permicarb, Samsonita, Dinaprimer” (Enaex, s/f., pág. 26).

Usos principales: “Trabajos relacionados con excavaciones subterráneas y de superficie, tanto en faenas mineras como en obras civiles.” (Enaex, s/f., pág. 26).

b) NITROCARBONITRATOS

Vienen a ser: “Mezclas elaboradas a base de Nitrato de Amonio prill y combustibles adecuados.” (Enaex, s/f., pág. 28).

Tipos: “ANFOS Premium y Granel, ANFOS ALUMINIZADOS, ANFOS AST, ANFOS LIVIANOS.” (Enaex, s/f., pág. 28).

c) EMULSIONES

Se definen y comprende lo siguiente: “Sistema que contiene dos fases líquidas naturalmente inmiscibles entre sí, una de las cuales es dispersa como pequeñas gotas dentro de la otra.” (Enaex, s/f., pág. 29).

Sus tipos son los siguientes: “Emulsiones de Pequeño Diámetro (Emulex, Enaline), Emulsiones Diámetro Intermedio (Emultex E, Blastex), Emulsiones Gran Diámetro (Emultex, Blendex)” (Enaex, s/f., pág. 29).

Entre sus propiedades principales tenemos: “Son altamente seguras a la fricción, impacto y fuego, Son muy resistentes al agua, Dependiendo de la consistencia pueden ser bombeadas” (Enaex, s/f., pág. 29).

Sus usos principales son los siguientes: “Trabajos relacionados con excavaciones subterráneas y de superficie, en sectores que es necesario un explosivo de alta resistencia al agua” (Enaex, s/f., pág. 29).

d) ANFOS PESADOS VACIABLES

Tenemos tres tipos: “BLENDEX®, BLENDEX® S, BLENDEX®- AL” (Enaex, s/f., pág. 31).

e) SLURRIES Y AQUAGELES

Definido como: “Son mezclas húmedas en formas de suspensiones, que contienen aditivos que les permiten presentar la forma de geles.

Usos principales: Trabajos relacionados con excavaciones subterráneas y de superficie, Nuevos desarrollos permiten fabricar geles para uso a granel, con un rango de densidades muy amplio (0,4 a 1,3 g/cc).” (Enaex, s/f., pág. 32).

f) INICIADORES Y ROMPEDORES APD

Estos explosivos usados como cebo de la voladura se definen como: “Productos a base de Pentrita (PETN) y TNT, mezcla que se denomina Pentolita.

Tipos: - INICIADORES CILÍNDRICOS - ROMPEDORES CÓNICOS,

Usos principales: Iniciadores de explosivos en perforaciones de Gran Diámetro, Reducción de bolones en labores abiertas y subterráneas,

Propiedades principales:

- Alta Velocidad de Detonación (sobre 7000 m/s)
- Mayor resistencia al fuego, impacto y fricción
- Efecto direccional, en el caso de los rompedores”

(Enaex, s/f., pág. 32)

2.2.3 Emulsiones

2.2.3.1 Descripción y composición

“Es una emulsión explosiva encartuchada en una envoltura plástica que posee propiedades de seguridad, potencia, resistencia al agua y buena calidad de los gases de voladura” (Famesa, s/f.).

Figura 5

Emulnor



2.2.3.2 Tipos

La fábrica Famesa produce los siguientes tipos de explosivos encartuchados para realizar voladuras subterráneas:

- “Emulnor 500. Para la voladura de rocas muy suaves.
- Emulnor 1000. Para la voladura de rocas suaves a intermedias.
- Emulnor 3000. Para la voladura de rocas intermedias a duras.
- Emulnor 5000. Para la voladura de rocas muy duras”
(Famesa, s/f.).

Figura 6

Tipos de Emulnor

PRODUCTO	TIPO	APLICACIONES	OBSERVACIONES
EMULNOR® EMULSION EN CARTUCHOS DE VALERON (*1)	5 000	Para la voladura de rocas extremadamente duras. Por su alta presión de detonación, también puede ser usado como "cebos de iniciación" de cualquier NCN.	Ofrecemos EMULNOR® en longitudes de 6" ha 12" y diámetros de 1", 1 1/8" y 1 1/2" a efectos de poder controlar su incidencia económica cuando es utilizado como "cebo"
	3 000	Para la voladura de rocas intermedias a duras, las que requieren de altas velocidades de detonación.	
	1 000	Para la voladura de rocas blandas a intermedias	
DETONITA® EMULSION EN CARTUCHOS DE PAPEL (*2)	5000	Para la voladura de rocas extremadamente duras. Por su alta presión de detonación también puede ser usado como "cebos de iniciación" de cualquier NCN. Se recomienda también para la voladura de rocas intermedias a duras, las que requieren de altas velocidades de detonación.	Ofrecemos DETONITA® de 7/8" X 7" y 1" x 7" a efectos de poder controlar su incidencia económica, porque tendrá un mayor número de cartuchos.
	3000, 1000	Para la voladura de rocas blandas a intermedias	

Todos los tipos de emulsión descritos, por la concepción de su diseño, pueden trabajar en terrenos con presencia de agua en cualquier grado, garantizando siempre altos rendimientos y bajos costos.

*1 Valerón.- Material plástico grueso y resistente

*2 Papel.- cubierta de los cartuchos de dinamita, provista de una capa de parafina.

2.2.3.3 Usos

“Su uso está orientado a cualquier tipo de trabajo, en explotaciones y desarrollos mineros, en obras de ingeniería civil, en canteras, en taladros secos, húmedos e inundados, con una modalidad de aplicación similar a las dinamitas convencionales, pudiendo trabajar como columna explosiva o como cebos de iniciación de columnas de nitro-carbonitratos.

Debido a la buena calidad de los gases residuales y al no contener nitroglicerina en su composición, permite que el personal reingrese a la labor en menor tiempo; obteniéndose mejoras en los ciclos de trabajo, sin desmedro de la seguridad” (Famesa, s/f.).

2.2.3.4 Características técnicas

Podemos observar en el cuadro siguiente:

Figura 7

Características técnicas

Características técnicas		EMULNOR® 500	EMULNOR® 1000	EMULNOR® 3000	EMULNOR® 5000
DENSIDAD RELATIVA (g/cm³)		0,90	1,13	1,14	1,16
VELOCIDAD DE DETONACIÓN (m/s)	CONFINADO *	4 400	5 800	5 700	5 500
	S/CONFINAR **	3 500	4 500	4 400	4 200
PRESIÓN DE DETONACIÓN (kbar)		44	95	93	88
ENERGÍA (kcal/kg)		628	785	920	1010
VOLUMEN NORMAL DE GASES (L/kg)		952	920	880	870
POTENCIA RELATIVA EN PESO *** (%)		63	85	100	105
POTENCIA RELATIVA EN VOLUMEN *** (%)		75	120	145	155
SENSIBILIDAD AL FULMINANTE		Nº 8	Nº 8	Nº 8	Nº 8
RESISTENCIA AL AGUA		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CATEGORÍA DE HUMOS		Primera	Primera	Primera	Primera

* Velocidad de detonación en tubo de 1 ½ pulgadas de diámetro.
 ** Velocidad de detonación como cartucho de 1 pulgada de diámetro.
 *** Potencias relativas referidas al ANFO con potencia convencional de 100.

2.2.3.5 Presentación

La presentación se puede observar en el cuadro adjunto:

Figura 8

Presentación

Presentación	MATERIAL DE CAJA	CAPACIDAD DE CAJA (Pza.)	PESO NETO (kg)	PESO BRUTO (kg)	DIMENSIONES EXTERIORES (cm)
EMULNOR® 500 1" x 7"	Cartón	318	25,0	26,5	47,0 x 37,0 x 33,7
EMULNOR® 500 1" x 8"	Cartón	294	25,0	26,5	47,0 x 37,0 x 33,7
	MATERIAL DE CAJA	CAPACIDAD DE CAJA (Pza.)	PESO NETO (kg)	PESO BRUTO (kg)	DIMENSIONES EXTERIORES (cm)
EMULNOR® 1000 1" x 7"	Cartón	264	25,0	26,5	45,5 x 38,8 x 26,8
EMULNOR® 1000 1" x 8"	Cartón	230	25,0	26,5	45,5 x 38,8 x 26,8
EMULNOR® 1000 1" x 12"	Cartón	146	25,0	26,5	47,0 x 34,5 x 31,0
	MATERIAL DE CAJA	CAPACIDAD DE CAJA (Pza.)	PESO NETO (kg)	PESO BRUTO (kg)	DIMENSIONES EXTERIORES (cm)
EMULNOR® 3000 1" x 7"	Cartón	260	25,0	26,5	45,5 x 38,8 x 26,8
EMULNOR® 3000 1" x 8"	Cartón	228	25,0	26,5	45,5 x 38,8 x 26,8
EMULNOR® 3000 1" x 12"	Cartón	144	25,0	26,5	47,0 x 34,5 x 31,0
	MATERIAL DE CAJA	CAPACIDAD DE CAJA (Pza.)	PESO NETO (kg)	PESO BRUTO (kg)	DIMENSIONES EXTERIORES (cm)
EMULNOR® 5000 1" x 7"	Cartón	246	25,0	26,5	45,5 x 38,8 x 26,8
EMULNOR® 5000 1" x 8"	Cartón	216	25,0	26,5	45,5 x 38,8 x 26,8
EMULNOR® 5000 1" x 12"	Cartón	142	25,0	26,5	47,0 x 34,5 x 31,0

Otras formas de embalaje de acuerdo a pedido.

2.2.4 *Dinamita EXADIT*

2.2.4.1 *Descripción*

La empresa fabricante de dicho explosivo lo define como:

“Dinamita pulverulenta de mediano poder rompedor, usada generalmente para voladura de roca blanda a intermedia en minería subterránea y en superficie para obras civiles como carreteras” (EXSA, 2017).

Figura 9

Muestra de Exadit



2.2.4.2 *Propiedades / Beneficios*

“Buen poder rompedor y mayor efecto empujador, generan ventajas económicas en la explotación de tajeos de producción, Mediana velocidad de detonación, Baja impedancia, Sensible al detonador No. 8 y al cordón de bajo gramaje, Larga vida útil” (EXSA, 2017).

2.2.4.3 Características técnicas

Tenemos:

Tabla 1

Características técnicas

Especificaciones técnicas	Unidades	Exadit 45	Exadit 65
Densidad	g/cm ³	1.02 +/-3%	1.05 +/-3%
Velocidad de detonación*	m/s	3,400+/-200	3,600 +/-200
Presión de detonación**	kbar	73	82
Energía**	KJ/kg	3,254	3,346
RWS**	%	86	89
RBS**	%	113	115
Volumen de gases **	l/kg	1,017	1,019
Resistencia al agua	Horas	Nula	Nula
Categoría de humos	Categoría	1 era.	1 era.

* Sin confinar en tubo de hojalata de 30 mm de diámetro.

** Calculadas con programa de simulación TERMODET a condiciones ideales de 1 atm

2.2.4.4 Uso

Su uso se puede dar en:

“En obras donde se requiere mover un gran volumen de material poco consolidado o refactorado, como calizas estratificadas, pizarras y rocas volcánicas alteradas, sin afectar la seguridad o la estabilidad del área de trabajo. Emplearla sólo en terrenos secos o poco húmedos por su baja resistencia al agua” (EXSA, 2017).

2.2.4.5 Presentación

“Cartuchos de papel kraft, dispuestos en bolsas plásticas y embaladas en cajas de cartón corrugado” (EXSA, 2017).

Tabla 2*Presentación*

Peso Neto	25 kg		
Peso Bruto	26.3 kg		
Dimensiones de caja	Ext. 35 x 45 x 28 cm		
Material	Caja de cartón corrugado		
Producto	Pulg.	UN/Caja	Masa g/UN
EXADIT 45	7/8	7	328
EXADIT 65	7/8	7	320

** En las cantidades mencionadas podrá haber variaciones en el número y peso de los cartuchos para mantener el estándar de 25 kg/caja.*

Para otros formatos de cartuchos preguntar a un especialista EXSA.

2.2.5 Costos de voladura

Referente al concepto de los costos que se tendrá presente al momento de evaluar las pruebas de voladura en nuestra investigación a sumiremos lo que propone en su tesis: “Reducción de la carga explosiva con el uso del explosivo Emulnor, en la corona de labores de desarrollo para optimizar los costos de voladura en Cía. Minera Macdesa” (Parra, 2018), sobre clasificación de los costos en cuanto a su desempeño.

2.2.5.1 Costo variable unitario:

“Es el costo que se asigna directamente a cada unidad de producto. Comprende la unidad de cada materia prima o materiales utilizados para fabricar una unidad de producto terminado, así como la unidad de mano de obra directa” (Parra, 2018, pág. 34).

2.2.5.2 Costo variable total:

“Es el costo que resulta de multiplicar el costo variable unitario por la cantidad de productos fabricados o servicios vendidos en un período determinado; sea éste mensual, anual o cualquier otra periodicidad, La fórmula del costo variable total es la siguiente:

Costo variable total = Costo variable unitario x cantidad

Para el análisis de los costos variables, se parte de los valores unitarios para llegar a los valores totales, En los costos fijos el proceso es inverso, se parte de los costos fijos totales para llegar a los costos fijos unitarios” (Parra, 2018, pág. 34).

2.2.5.3 Costo fijo total:

“Representado por todos los costos fijos del proceso productivo; Costo fijo unitario: Resulta de dividir los costos fijos totales entre en número de unidades producidas; Costo total: Equivale al costo variable más el costo fijo; Costo total unitario = Costo variable unitario + Costo fijo unitario; Costo total = Costo variable total + Costo fijo total” (Parra, 2018, pág. 34).

2.3 Definición de términos básicos

Los diferentes términos usados a lo largo de la tesis lo describiremos a continuación:

a) Malla de perforación

“Distribución adecuada de los taladros en un frente, la distribución de los taladros se hace con un previo cálculo del burden y espaciamiento, para una voladura eficiente” (Zevallos, 2020).

b) Cebo

“El cebo o prima es el conjunto formado por un explosivo secundario (dinamita), y un fulminante que se inserta en él, utilizado para iniciar la detonación de la carga explosiva”(Zevallos, 2020).

c) Longitud real de perforación

Se calcula de la siguiente manera:

“ $VRD = Longitud\ de\ barreno\ x\ eficiencia\ de\ perforación$ ” (Zevallos, 2020).

d) Eficiencia de perforación

Se expresa en %; y se calcula de la siguiente manera: (Zevallos, 2020).

$$EP = \frac{\text{Avance neto del disparo}}{\text{Longitud promedio del taladro}} * 100$$

e) Volumen roto por disparo

Se calcula de la siguiente manera:

“ $VRD = Sección\ x\ Profundidad\ x\ Fcg\ x\ Eficiencia\ de\ disparo$ ”

Dónde: $Fcg = Factor\ de\ corrección\ geométrica\ (0.95)$ ” (Zevallos, 2020).

f) Tonelaje roto por disparo

Se calcula de la siguiente manera:

“ $TN/disp. = Volumen\ roto/disparo\ x\ P.e.\ del\ mineral$ ” (Zevallos, 2020).

g) Factor de carga del explosivo

Se expresa en Kg/m³; y se calcula de la siguiente manera (Zevallos, 2020).

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Peso de dinamita por disparo}}{\text{volumen roto por disparo}}$$

h) Rendimiento de la voladura

Es la cantidad de explosivo que se usó para lograr el avance. Se expresa en Kg/m; y se calcula de la siguiente manera (Zevallos, 2020).

$$\text{Rendimiento de la voladura} = \frac{\text{Kg de explosivos}}{\text{Avance}}$$

i) Rendimiento de perforación

Se calcula de la siguiente manera (Zevallos, 2020).

$$\text{Rendimiento de perforación} = \frac{\text{Metros perforados}}{\text{Avance neto}}$$

j) Factor de perforación

Se calcula de la siguiente manera (Zevallos, 2020).

$$\text{Factor de perforación} = \frac{\text{Metros perforados}}{\text{Volumen roto}}$$

k) Factor de potencia

“Es la cantidad de explosivo para poder romper una tonelada de macizo rocoso, se expresa en Kg/ton; y se calcula de la siguiente manera”(Zevallos, 2020).

$$FP = \frac{\text{PESO EXPLOSIVO}}{\text{TONELAJE ROTO}}$$

l) Carga por taladro

“Es la cantidad de explosivos que se debe introducir en un taladro, se expresa en Kg/tal; y se calcula de la siguiente manera” (Zevallos, 2020).

$$CT = \frac{\text{PESO EXPLOSIVO}}{\text{N}^\circ \text{TALADROS}}$$

2.4 Formulación de la Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, son diferentes, en la “Empresa Minera MARSÁ”.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, son diferentes, en la “Empresa Minera MARSÁ”.
- b) Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, son diferentes en la “Empresa Minera MARSÁ”.
- c) Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, son diferentes, en la “Empresa Minera MARSÁ”.

2.5 Identificación de Variables

2.5.1 Variables para la hipótesis general

Variable Independiente

- Comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita.

Variable Dependiente

- Voladura de frentes y tajeos.

2.5.2 Variables para las hipótesis específicas

Hipótesis específica a.

Variable Independiente

- Comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita.

Variable Dependiente

- Fragmentación y producción de gases.

Hipótesis específica b.

Variable Independiente

- Factor de potencia y factor de perforación.

Variable Dependiente

- Costos.

2.6 Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3

Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p>1. Variables para la hipótesis general VI: Comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita VD: Voladura de frentes y tajeos.</p> <p>2. Variables para la hipótesis específicas</p> <p>Para la hipótesis a VI: Comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con el Emulnor 3000 y Detonita. VD: Fragmentación y producción de gases.</p> <p>Para la hipótesis b VI: Factor de potencia y factor de perforación. VD: Costos.</p>	<p>Emulsiones</p> <p>Es una emulsión explosiva encartuchada en una envoltura plástica que posee propiedades de seguridad, potencia, resistencia al agua y buena calidad de los gases de la voladura.</p>	<p>En esta variable vamos a determinar parámetro de explosivos, dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Avance - Factor de perforación - Factor de potencia - Volumen roto - Toneladas rotas - Fragmentación - Costos - Gases 	<ul style="list-style-type: none"> - m - mtal/m avance - kg/m, kg/m³ - m³ - tn. - % - \$/ton - CO₂, CO, NO₂ en ppm

FUENTE: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El tipo de nuestra investigación es aplicado, debido a que realizaremos pruebas de voladura para realizar las comparaciones de los explosivos mencionados.

3.2 Nivel de investigación

El nivel de nuestra investigación es de un nivel correlacional porque nos permitirá establecer la relación comparativa de los explosivos usados.

3.3 Métodos de investigación

Nuestra investigación consistirá primeramente en el recojo de datos después de cada prueba realizada, los cuales son registrados en las libretas de campo, se medirá también el avance de los frentes o labores, así como también el consumo de explosivos, accesorios y otros materiales, luego se determinará los metros perorados, numero de taladros perforados, factor de carga, tonelaje

volado, gases producidos, y costos. Aplicando el método de análisis y síntesis, inductivo deductivo.

3.4 Diseño de investigación

Se empleará un diseño cuantitativo porque recogeremos información de las voladuras con cada tipo de explosivo; explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita y poder compararlo.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

El grupo poblacional lo constituyen todas las labores del Nivel 400 que se encuentran operativas tanto en frentes como en tajeos de la mina.

3.5.2 Muestra

Las muestras seleccionadas para el estudio fueron:

- Galería 420 - Nv 400 frente de 4 m. x 4 m.
- Tajeo 25 - Nv 400 tajeo de 3.5 m. x 3.5 m.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se empleó en nuestra investigación fueron:

3.6.1 Técnicas

Esta propuesta empleará pruebas de campo donde realizaremos voladuras de frentes y de tajeos planificada debidamente, esto estará acompañado con recojo de datos y la observación directa y mediante instrumentos.

3.6.2 Instrumentos

Entre los instrumentos que nos apoyaremos para obtener los datos que nos servirán en nuestra investigación son: cinta métrica para medir el avance, libreta de notas, dentro de los equipos y materiales que emplearemos contaremos con explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita, conectores, cebos, perforadoras, fulminante fanel, cordón detonante, software WIP FRAG, Detector Multigas Digital Drager.

3.7 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1 Selección de instrumentos

La recopilación de datos utilizada para la realización de este trabajo de investigación se obtuvo de reportes de voladuras por los jefes de guardia, así también equipos, que permitieron obtener los parámetros de voladura de: perforación, fragmentación, presencia de gases.

3.7.2 Validación de instrumentos

Nuestra investigación puede validar el instrumento, puesto que los datos de los parámetros de voladura son reales y de confianza.

3.7.3 Confiabilidad de instrumentos

Los datos son exactos y tienen alta confiabilidad puesto que para obtener los datos de los parámetros de voladura se realizaron mediciones repetidas y los equipos usados se encontraban calibrados.

3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Al realizar pruebas de voladura tanto en los frentes como en los tajeos se procedió a realizar el análisis de cada una de las pruebas para poder determinar los parámetros como metros de avance de los frentes y tajeos, su factor de potencia, factor de perforación, fragmentación toneladas rotas, volumen volado,

y producción de gases; para poder determinar los resultados y sacar las conclusiones.

3.9 Tratamiento Estadístico

Se empleará una estadística básica, estadística descriptiva.

3.10 Orientación ética filosófica y epistémica

A lo largo del desarrollo de la tesis hemos tratado de realizar lo más verídico posible, siempre practicando la honestidad, la verdad respetando los derechos y confidencialidad de la empresa y de las personas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

Durante la realización de la investigación se ha realizado dos pruebas, la primera prueba se llevó a cabo del 10 al 25 de agosto 2020, la segunda prueba se realizó del 05 al 12 de setiembre 2020. Donde se efectuaron 15 voladuras en frentes de galerías y 10 voladuras en tajeos.

4.1.1 *Malla de perforación*

Las mallas de perforación que se selecciono fue para frentes y para los tajeos, teniendo en cuenta las características del terreno y recomendaciones de geomecánica, así tenemos:

A) Malla de perforación para frentes o galería

Galería 420 – Nivel 400

Figura 10

Malla de perforación galería 420 - N400

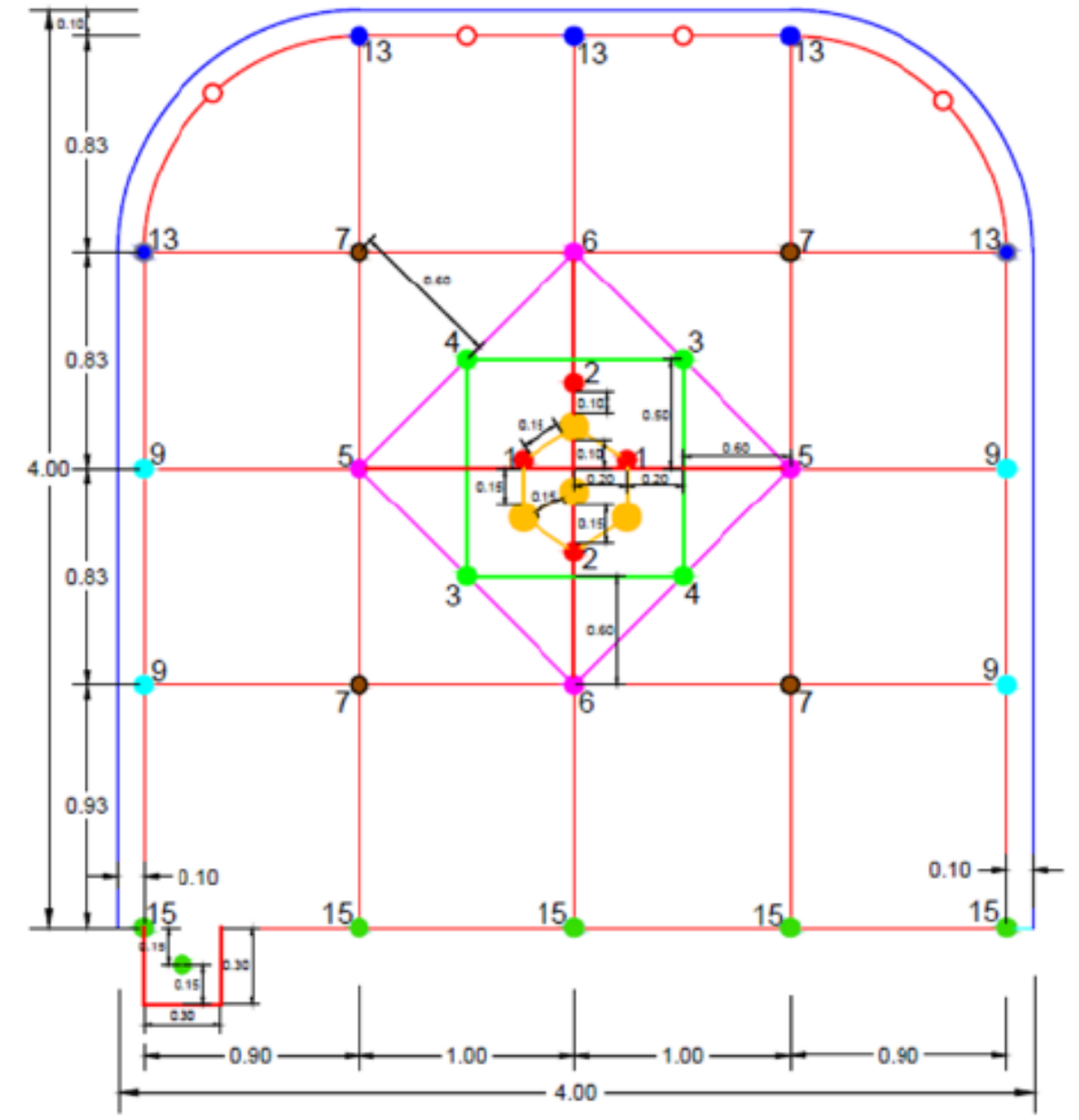


Figura 12

Trazo de perforación



Figura 13

Tipo de corte empleado



Figura 14

Preparación del cebo para la voladura



Figura 15

Amarre del cordón Fanel con el conector principal



Figura 16

Instalación de los explosivos en los taladros



4.1.2 Parámetros de la perforación y voladura

Los parámetros que han sido considerados tanto para la perforación como para la voladura durante la prueba, usando como explosivos Dinamita Semexsa 65, Exadit 45 y Emulnor 3000, fueron los siguientes:

4.1.2.1 Parámetros para tajeos de perforación y voladura usando Dinamita Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45

Tabla 4*Parámetros de perforación con Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45*

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN			
Dinamita Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45			
LABOR	Tajeo T25	FECHA	15 - 08 - 20
PARÁMETRO		UNIDAD	CONSUMO
Peso específico		Kg/m3	2.8
Ancho de minado		M	3
Altura de corte		M	3
Diámetro de taladro		Mm	45.00
Longitud de taladro		M	2.4
N° de taladros de producción		14	
N° de taladros periféricos		0	
Total de taladros		14	

Tabla 5*Parámetros de voladura para tajeos, con Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45*

PARÁMETROS DE VOLADURA		
Dinamita Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45		
PARÁMETRO	UNIDAD	CONSUMO
Dinamita Semexsa 65 de 1.1/2"x 12"	Cartuchos	55
	Kg	20.22
Dinamita Exadit 45 de 7/8"x 7"	Cartuchos	18.0
	Kg	1.42
Fanel MS Y LP de 4.0 m	Piezas	15.50
Cordón detonante de 3 g/m	m.	18
Mecha de seguridad ensamblada 7´	Piezas	2

**4.1.2.2 Parámetros para tajeos de perforación y voladura usando
Emulnor de 1.1/2"x 12"**

Tabla 6

Parámetros de perforación para tajeos, con Emulnor de 1.1/2"x 12"

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN - EMULNOR 3000 DE 1.1/2"x 12"			
Labor	Tajeo T25	Fecha	14 - 09 - 20
PARÁMETRO		UNIDAD	CONSUMO
Peso específico		Kg/m ³	2.8
Ancho de minado		M	3
Altura de corte		M	3
Diámetro de taladro		Mm	45.00
Longitud d taladro		M	2.4
N° de taladros de producción		16	
N° de taladros periféricos		0	
Total de taladros		16	

Tabla 7

Parámetros de voladura para tajeos, con Emulnor de 1.1/2"x 12"

PARÁMETROS DE VOLADURA - EMULNOR 3000 DE 1.1/2"x 12"		
PARÁMETRO	UNIDAD	CONSUMO
Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	Cartuchos	43
	Kg	16.80
Detonita de 7/8"x 7"	Cartuchos	15.60
	Kg	1.23
Fanel MS Y LP de 4.0 m	Piezas	16.00
Cordón detonante de 3 g/m	m.	10
Mecha de seguridad ensamblada 7'	Piezas	2

4.1.2.3 Parámetros de perforación y voladura en frentes

Tabla 8

Parámetros de perforación para frentes

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN FRENTES				
Parámetros	Primera prueba		Segunda prueba	
Explosivo	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"
Labor	Galería 420	Galería 420	Galería 420	Galería 420
	Nivel 400	Nivel 400	Nivel 400	Nivel 400
Fecha	12 -08 - 20	14 – 08 – 20	10 - 09 – 20	11 – 09 -20
Sección	4.0 m x 4.0 m	4.0 m x 4.0 m	3.5 m x 3.0 m	3.5 m x 3.0 m
Material volado	Mineral	Mineral	Mineral y desmante	Mineral y desmante
Diámetro de taladro				
Taladro de alivio	3.5"	3.5"	3.5"	3.5"
Demas taladros	45 mm	45 mm	51 mm	51 mm
Longitud de taladro	3.00 m	3.00 m	3.00 m	3.00 m
N° taladros de alivio	4	2	2	2
N° de los demás taladros	32	33	29	26
Total de taladros	36	35	31	28

Tabla 9

Parámetros de voladura para frentes

PARÁMETROS DE VOLADURA EN FRENTES					
Parámetros	Unidad	Primera prueba		Segunda prueba	
Explosivo		Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"
Dinamita Semexsa 65 de 1.1/2"x 12"	Cartucho	185	0.00	140.63	0.00
	Kg	68.01	0.00	51.70	0.00
Dinamita Exadit 45 de 7/8"x 7"	Cartucho	0.00	0.00	28.88	0.00
	Kg	0.00	0.00	2.28	0.00
Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	Cartucho	0.00	158.00	0.00	125.83
	Kg	0.00	61.72	0.00	48.76
Detonita de 7/8"x 7"	cartucho	0.00	14.29	0.00	23.83
	Kg	0.00	1.13	0.00	1.89
Famecorte -D 19 mm x 510 mm	cartucho	0.00	0.00	0.00	0.00
	Kg	0.00	0.00	0.00	0.00
Fanel MS Y LP de 4.0 m	piezas	32	33.14	28.38	26
Cordón detonante de 3 g/m	m.	20	20.71	14.63	12.5
Mecha de seguridad ensamblada 7'	piezas	2	2	2	2

4.1.2.4 Consumo de explosivos

Tabla 10

Consumo de explosivos

Área de la labor	Kilos de explosivos / m3 de roca		
	Roca dura	Roca intermedia	Roca suave
De 1 a 5	2.60 a 3.20	1.80 a 2.30	1.20 a 1.60
De 5 a 10	2.00 a 2.60	1.40 a 1.80	0.90 a 1.20
De 10 a 20	1.65 a 2.00	1.10 a 1.40	0.60 a 0.90
De 20 a 40	1.20 a 1.65	0.75 a 1.10	0.40 a 0.60
De 40 a 60	0.80 a 1.20	0.50 a 0.75	0.30 a 0.40

Figura 17

Carguío de taladros



4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Evaluación de la fragmentación

Medición con el instrumento WIP FRAG

El WIP FRAG es un software diseñado para efectuar análisis de granulometría. Este programa empieza generando la imagen de las rocas fracturadas después de una voladura, a partir de la toma de fotografías y la convierte luego en una “net” de fragmentos, la que enseguida es medida, displayada y ploteada, según ábacos o curvas de fragmentación y criterios estadísticos.

El WIP FRAG hace 3 presentaciones: un histograma, una tabla de distribución acumulativa y una tabla porcentual, donde nos indica los tamaños de bloques mínimos y máximos analizados, los números de bloques analizados y los porcentajes según tamaños

4.2.1.1 Primera prueba

La primera prueba tomada fue en el frente del nivel 400 como podemos observar en los siguientes cuadros:

Figura 18

Vista tomada después de la voladura de frentes, primera prueba



Figura 19

Lectura de bloques primera prueba



Figura 20

Imágenes de la fragmentación, primera prueba

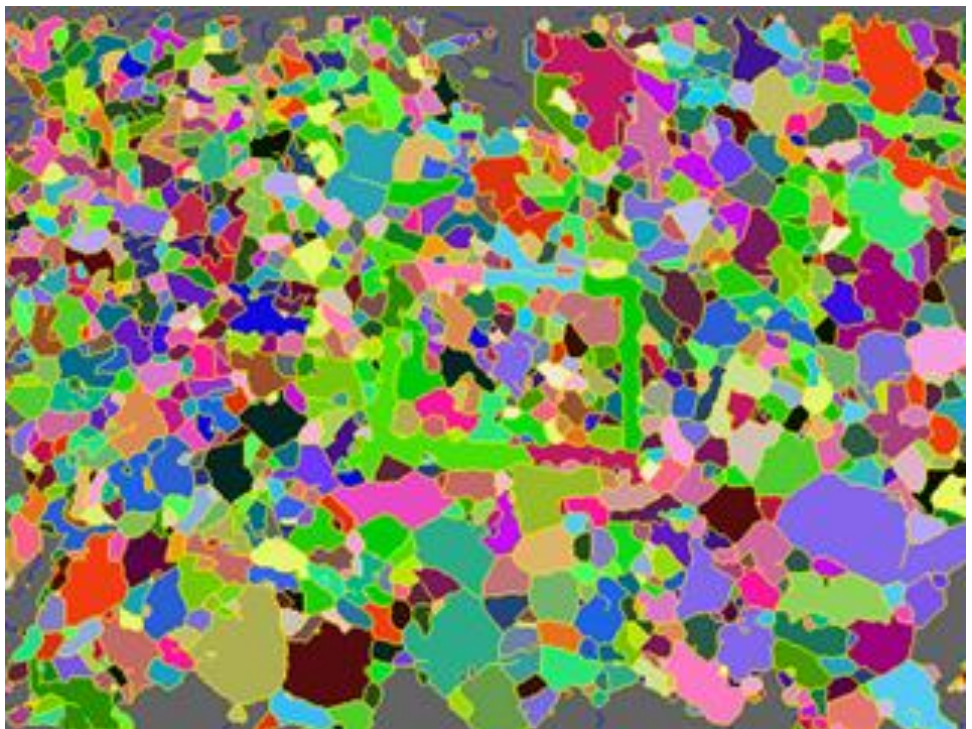
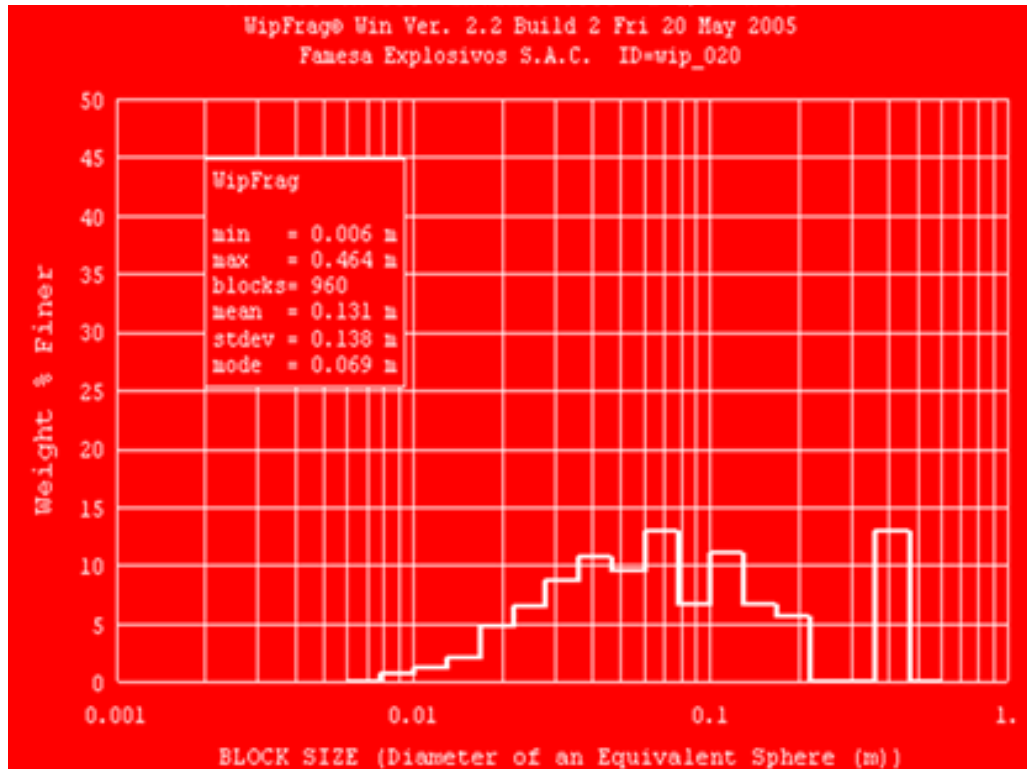


Figura 21

Gráfico de curva acumulada, primera prueba



Resultados

Tabla 11

Grado de fragmentación, primera prueba

GRADO DE FRAGMENTACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	
N° de taladros	26
Explosivo usado	54.7
Fotografías tomadas	3
RESULTADOS DEL ANÁLISIS	
N° de bloque analizados	960
Tamaños mínimos	0.006 m
Tamaños máximos	0.464 m

4.2.1.2 Segunda prueba

La segunda prueba fue tomada en el tajeo T420, del nivel 400 como podemos observar en los siguientes cuadros.

Figura 22

Vista tomada después de la voladura del frente, segunda prueba



Figura 23

Imágenes de la fragmentación, segunda prueba

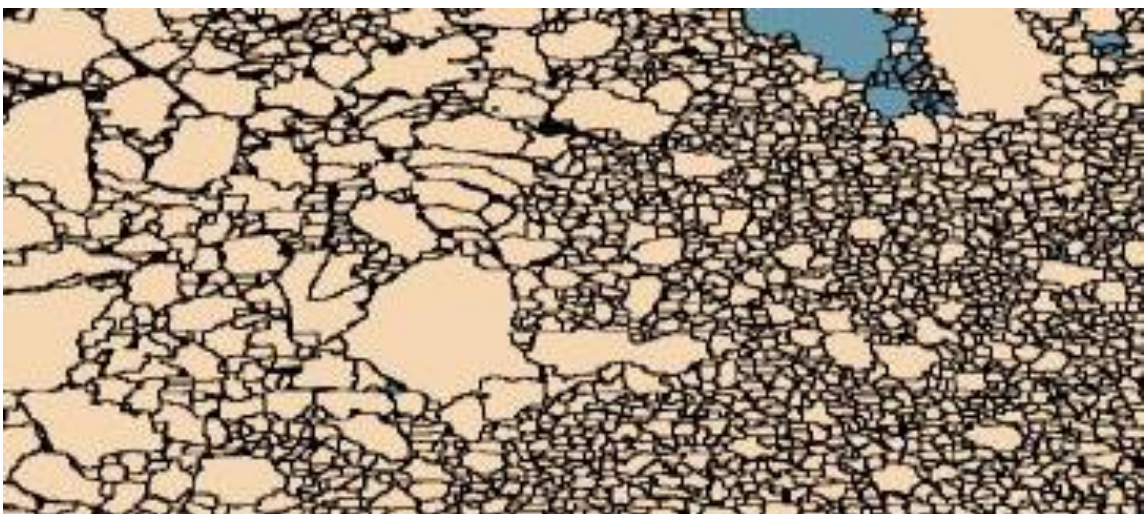
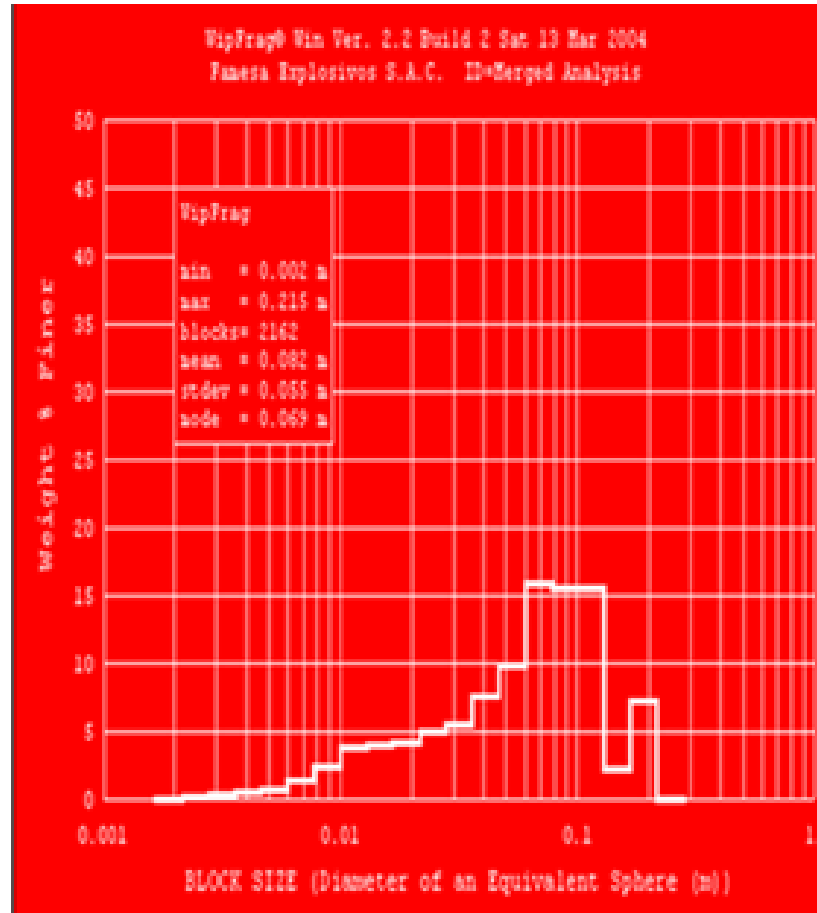


Figura 24

Histograma, segunda prueba



Resultados

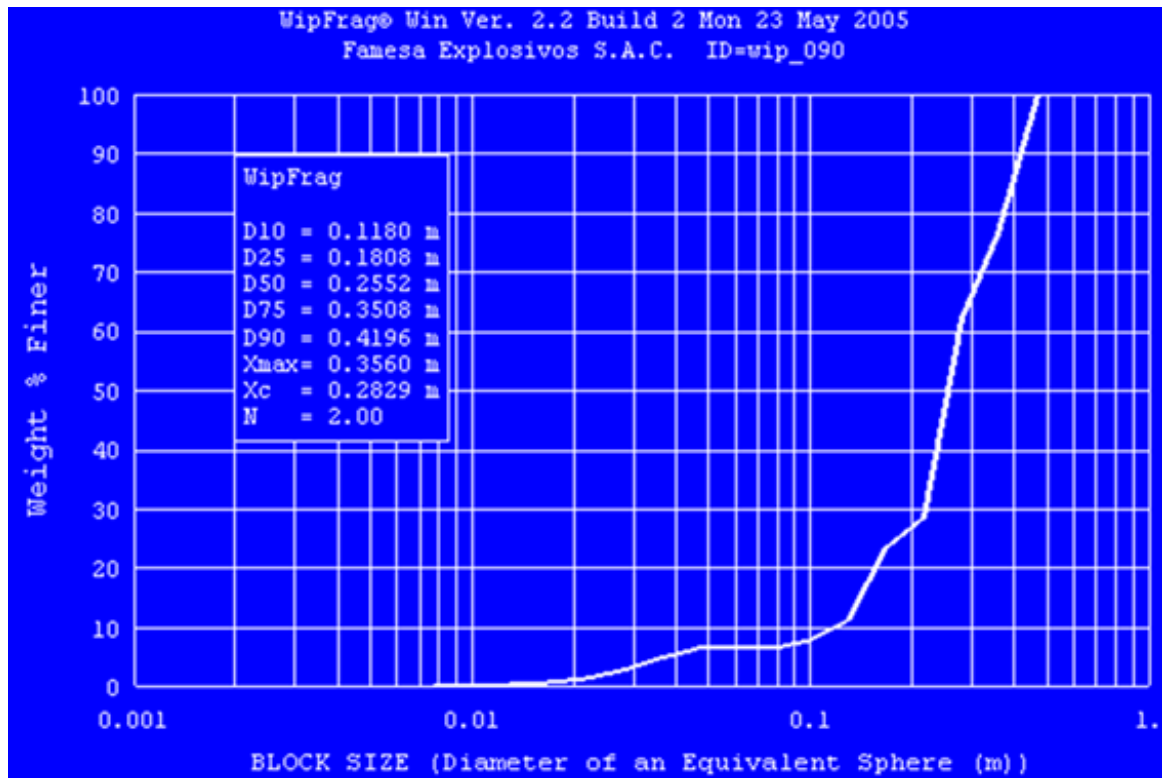
Tabla 12

Grado de fragmentación

GRADO DE FRAGMENTACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	
N° de taladros	40
Explosivo usado	19.00
Fotografías tomadas	4
RESULTADOS DEL ANÁLISIS	
N° de bloque analizados	2,162
Tamaños mínimos	0.002 m
Tamaños máximos	0.215 m

Figura 25

Fragmentación acumulada



Resultados del Análisis
El 10% del material pasa por una malla de 0.1180 m.
El 75% del material pasa por una malla de 0.3586 m.
El 90% del material pasa por una malla de 0.4186 m.
La mayor cantidad de blocks analizados son de 0.356 m

Figura 26

Distribución acumulada

Famesa Explosivos S.A.C. ID=wip_090

ISO Metric Size	% Passing	Adjusted % Passing
1000 mm	--	--
500. mm	100.0%	--
300. mm	66.2%	--
150. mm	18.1%	--
125. mm	10.9%	--
100. mm	7.8%	--
75.0 mm	6.7%	--
50.0 mm	6.7%	--
40.0 mm	5.5%	--
37.5 mm	5.1%	--
35.5 mm	4.7%	--
31.5 mm	3.6%	--
25.0 mm	2.1%	--
16.0 mm	0.8%	--
12.5 mm	0.3%	--
10.0 mm	0.1%	--
8.00 mm	--	--
6.70 mm	--	--
5.60 mm	--	--
4.75 mm	--	--
4.00 mm	--	--
3.35 mm	--	--
2.00 mm	--	--
1.40 mm	--	--
1.00 mm	--	--
0.85 mm	--	--
0.60 mm	--	--

RESULTADOS DEL ANÁLISIS
100 % < a 0.50 m
66 % < a 0.30 m
18 % < a 0.15 m.

4.2.2 Producción de gases Instrumento Detector Multigas Digital Drager

Este equipo realiza la detección de gases usando 1 sensor infrarrojo para el CO₂ y 2 sensores electroquímicos para el CO y NO₂.

Durante el monitoreo de gases, los resultados de las mediciones son almacenados en la memoria del equipo, para posteriormente ser transferidos en una PC, utilizando el Software "GasVision", que hace 2 presentaciones, tanto en gráficos como en tablas

Los gases tóxicos o contaminantes se producen con frecuencia en las minas subterráneas, en condiciones normales como anormales, el CO, el CO₂ y el NO₂ son producidos por las voladuras, por la combustión de los motores y en algunos casos por los minerales que al oxidarse liberan gases. Otros gases como el CH₄, el H₂S y el SO₂ se encuentran en algunas minas.

Figura 27

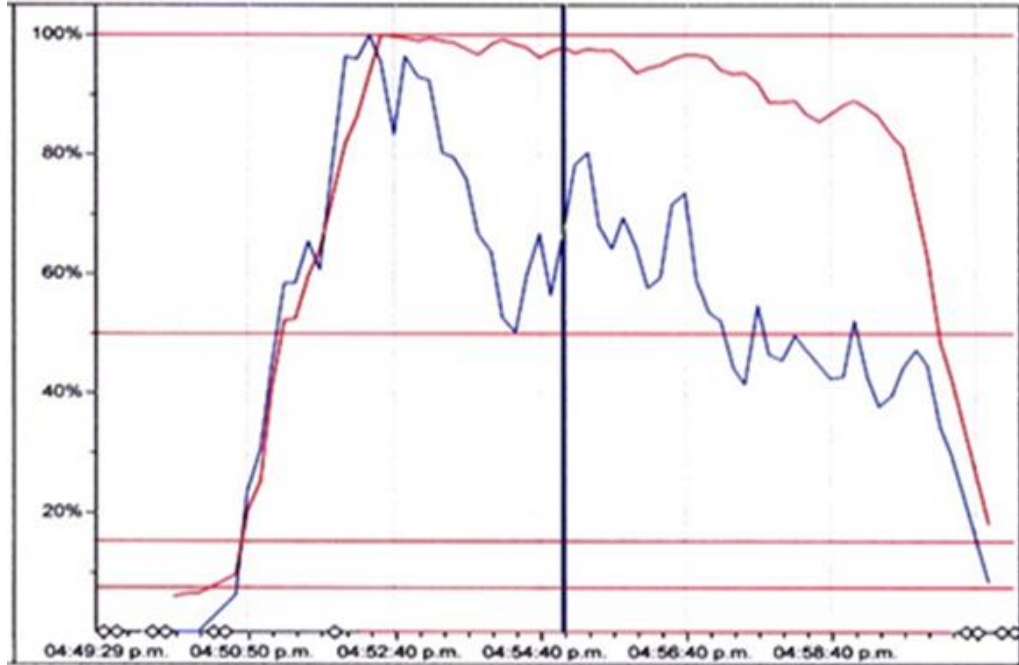
Control de gases



Monitoreo

Figura 28

Registro de monitoreo de gases



Nota. Línea roja es CO, línea azul es NO2

Esta muestra fue tomada a 1 hora después de haber realizado la voladura del frente, se usó 31.00 kg de Emulnor 3000 de 7/8 x 7" como explosivo, el personal de la labor ingresa a ventilar con aire comprimido, regar, y desatar.

Tabla 13

Resultado de monitoreo

RESULTADOS DE MONITOREO					
LABOR	HORA	CO2 (ppm)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	OBSERVACIONES
Tajeo T25	16:50	0.0 5,000.0	3.9 50.0	3.2 5.0	Ventilan con aire comprimido, no hay ventilación mecánica, los gases están dentro del límite permitido

Resultados del monitoreo de la manga de ventilación

Está ubicado a 30 m, se monitoreo después de 30 minutos del disparo

Tabla 14

Monitoreo de los gases en la manga de ventilación

Monitoreo de los gases en la manga de ventilación		
CO2	NO2	CO
Vol %	Ppm	Ppm
A1 = 0.50	A1 = 5.00	A1 = 25.0
A2 = 1.00	A2 = 10.00	A2 = 50.00
Instrument switched on TRGS Init		
INV	INV	INV
INV	0.00	INV
INV	0.00	INV
Chanel warning CO2		
0.29	0.00	17.00
0.28	0.00	21.00
A1 alarm on CO		
A2 alarm on CO		
0.26	0.80	55.00
0.24	.1.10	60.00
0.19	1.30	69.00
0.17	1.30	69.00
0.16	1.30	69.00
0.17	1.20	70.00
0.17	1.40	71.00

0.18	1.50	73.00
0.18	1.30	74.00
0.17	0.80	74.00
0.16	0.60	73.00
0.15	0.50	71.00
0.15	0.40	70.00
0.15	0.30	68.00
0.15	0.30	67.00

Figura 29
Monitoreo de los gases

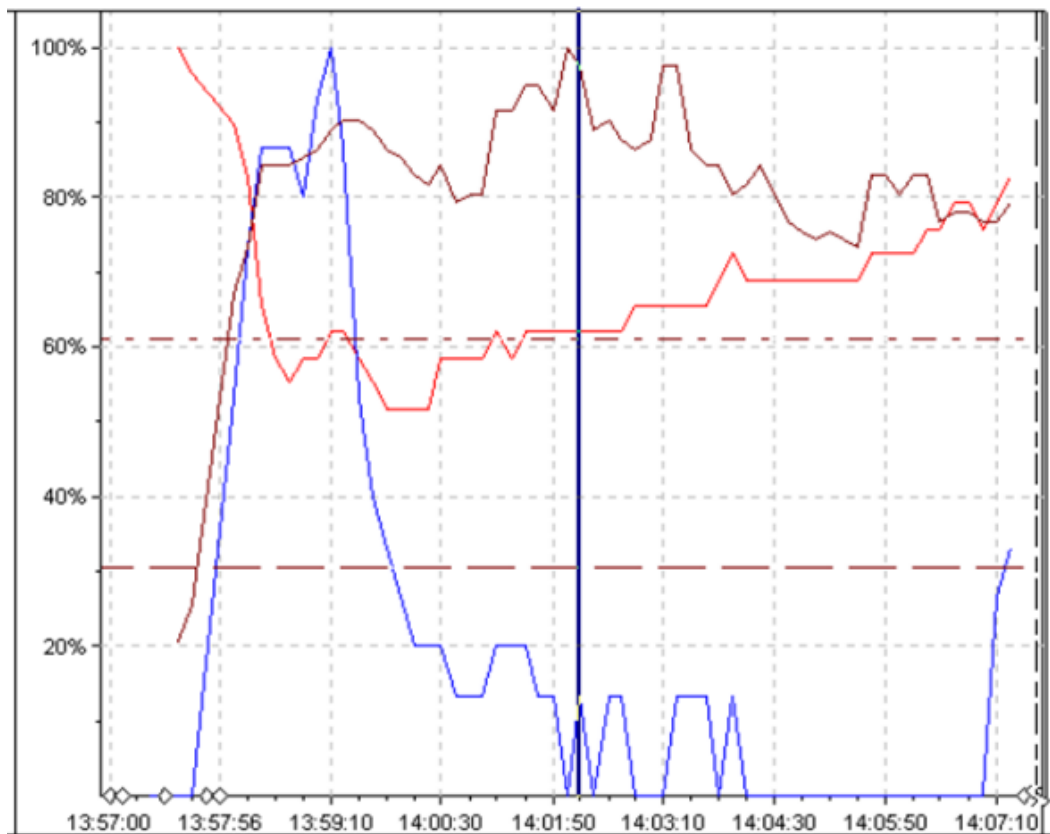


Tabla 15*Resultado de análisis*

RESULTADOS DEL ANÁLISIS								
Labor	Explosivo (kg)	Tiempo (min)	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45			Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"		
			CO ppm	CO2 %	NO2 ppm	CO ppm	CO2 (%)	NO2 ppm
GA 450	56.34	15	18	0.51	2.30			
GA 450	56.35	30	0.00	0.40	0.50			
GA 450	57.02	15	16	0.28	1.27			
GA 450	28.16	55				46	0.17	1.2
GA 450	78.94	30	35	0.00	0.00			

4.2.3 Factor de potencia y de perforación

Se obtuvo los siguientes resultados en cuanto a avance de la perforación, factor de perforación, factor de potencia y concentración de gases

4.2.3.1 Aspectos técnicos en frentes

Tabla 16

Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en Frentes

Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en Frentes							
Factor	Unidad	Semexsa	Emulnor	Var.	Semexsa	Emulnor	Var.
		65 y Dinamita Exadit 45	3000 de 1.1/2"x 12"	%	65 y Dinamita Exadit 45	3000 de 1.1/2"x 12"	%
		(4.0 m x 4.0 m)			(3.5 m x 3.0 m)		
Avance	m.	2.80	2.95	5 %	2.86	2.95	3%
F. Perf.	m tal/mAv	38.57	35.59	8%	31.87	28.44	12%
F. Pot	Kg/m Av.	24.29	21.3	12%	18.84	17.15	3%
Concentración de gases	66 ppm de CO ₂ , 0.17 %de CO ₂ y 1,2 ppm de NO ₂ para Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45, a los 55min, versus 35 ppm de CO, 0 28 % de CO ₂ y 1.27 ppm de NO ₂ ara Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" a los 30 min.						

4.2.3.2 Aspectos técnicos en tajeos

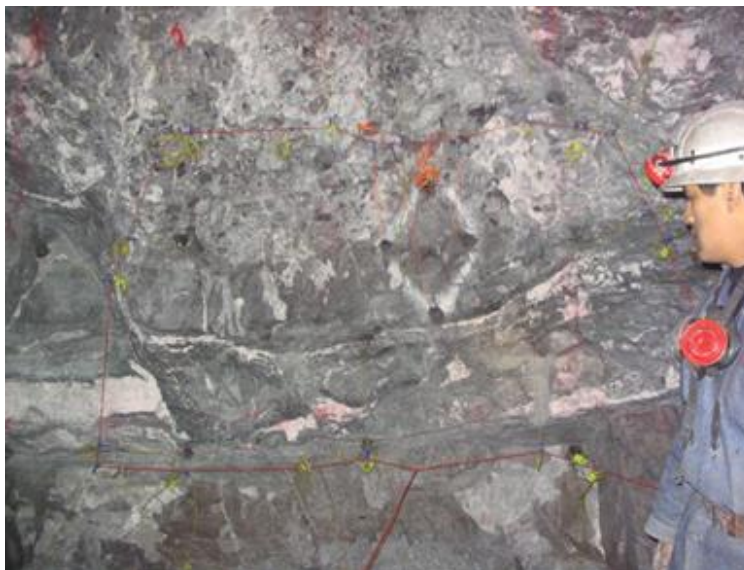
Tabla 17

Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en tajeos

Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en Tajeos				
Factor	Unidad	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	% Variación
Tonelaje roto	tn	64.4	64.8	1 %
F. de perf.	m tal/m Av.	0.56	0.47	16%
F de Potencia	Kg/m Av.	0.33	0.28	15%
Fragmentación	%	10	4	

Figura 30

Finalización del carguío de taladros



4.2.4 Aspecto económico

4.2.4.1 Evaluación económica en frentes

Tabla 18

Evaluación económica en frentes de 3.50 m x 3.0 m

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN FRENTES					
Frentes de 3.50 m x 3.0 m					
Productos	Precio	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"		
Perforación	\$ 1.50 m	38.57 m	\$ 57.86	35.50 m	\$ 53.39
Consumo de explosivos y accesorios					
Din. Semexa 65, 1.1/2"x12"	1.59 kg	18.08 kg	28.75	0.00	0.00
Din Exadit 45 7/8 x 7"	1.42 kg	0.00	1.14	0.00	0.00
Emulnor 3000, 1.1/2"x12"	1.52 kg	0.00	0.00	16.53 kg	25.13
Detonita 7/8 x 7"	1.42 kg	0.00	0.00	0.64 kg	0.91
Famecorte D 19 x 510 mm	3.75 kg	0.00	0.00	0.00	0.00
Fanel 4.0 m (piezas)	1.15	9.92	11.41	8.81	10.13
Cordón detonante 3 g/m	0.16 m	5.12 m	0.82	4.24 m	0.68
Mecha de seg. 7" (piezas)	0.45	0.70	0.32	0.68	0.31
Coste de explosivos y accesorios \$			42.43		37.15
Costo total de perforación y consumo de explosivos y accesorios \$			90.23		79.81
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura \$			10		
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura %			12 %		

Tabla 19*Evaluación económica en frentes de 4.0 m x 4.0 m*

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN FRENTES					
Frentes de 4.0 m x 4.0 m					
Productos	Precio	Semexsa 65 y Dinamita		Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	
		Exadit 45		Consumo	Costo
Perforación	\$ 1.50	38.57 m	\$ 57.86	35.50 m	\$ 53.39
Consumo de explosivos y accesorios					
Din. Semexsa 65,	1.59 kg	24.29 kg	38.62	0.00	0.00
Din Exadit 45 7/8 x 7"	1.42 kg	0.00	0.00	0.00	0.00
Emulnor 3000,	1.52 kg	0.00	0.00	20.92 kg	31.80
Detonita 7/8 x 7"	1.42 kg	0.00	0.00	0.38 kg	0.54
Famecorte D 19 x 510	3.75 kg	0.00	0.00	0.00	0.00
Fanel 4.0 m (piezas)	1.15	11.43	13.14	11.23	12.91
Cordón detonante 3	0.16 m	7.14 m	1.14	7.02 m	1.12
Mecha de seg. 7"	0.45	0.71	0.32	0.68	0.31
Coste de explosivos y accesorios \$			53.23		46.68
Costo total de perforación y consumo de explosivos y accesorios \$			111.08		100.07
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura			11		
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura			10 %		

4.2.4.2 Evaluación económica en un tajeo

Tabla 20

Evaluación económica en tajeos

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN TAJEOS					
TAJEOS					
Productos	Precio	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45		Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	
		Consumo	Costo	Consumo	Costo
Perforación	\$ 1.50 m	0.67 m	\$ 0.84	0.47 m	\$ 0.71
Consumo de explosivos y accesorios					
Din. Semexsa 65, 1.1/2"x12"	1.59 kg	0.32 kg	0.51	0.00	0.00
Din Exadit 45 7/8 x 7"	1.42 kg	0.02	0.03	0.00	0.00
Emulnor 3000, 1.1/2"x12"	1.52 kg	0.00	0.00	0.26 kg	0.40
Detonita 7/8 x 7"	1.42 kg	0.00	0.00	0.02 kg	0.03
Famecorte D 19 x 510 mm	3.75 kg	0.00	0.00	0.00	0.00
Fanel 4.0 m (piezas)	1.15	0.24	0.28	0.25	0.29
Cordón detonante 3 g/m	0.16 m	0.27 m	0.04	0.15 m	0.02
Mecha de seg. 7" (piezas)	0.45	0.03	0.01	0.03	0.01
Voladura secundaria	1.25 tn	10 %	0.13 \$	4%	0.06 \$
Coste de explosivos y accesorios \$			0.87		0.75
Costo total de perforación y consumo de explosivos y accesorios \$			1.83		1.52
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura \$			0.32		
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura %			17 %		

Figura 31

Colocación de tubos de PVC en los taladros



4.2.4.3 Costos

Tabla 21

Costos en frentes

COSTO EN FRENTES					
Costos totales de perforación y consumo de explosivos y accesorios					
Explosivos		Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"
		(4.0 m x 4.0 m)		(3.5 m x 3.0 m)	
Costos	US \$/m av.	101.08	100.07	90.23	79.81
Diferencia de costos	US \$/m av.		11.01		10.42
	%		10		12

Tabla 22

Costos en Tajeos

COSTOS EN TAJEOS			
Costos totales de perforación y consumo de explosivos y			
Explosivos		Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"
Costos	US \$/tn	1.83	1.50
Diferencia de costos	US \$/tn		0.33
	%		17

4.3 Prueba de Hipótesis

4.3.1 Hipótesis general

Se formuló la hipótesis de: Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, son diferentes, en la "Empresa Minera MARSÁ".

Se puede observar en los resultados al comparar dichos explosivos varían en lo que es el grado de fragmentación, la presencia de gases después de voladura, avance de perforación, factor de potencia, avance de perforación, factor de perforación, factor de potencia y costos.

4.3.2 Hipótesis específica

4.3.2.1 Hipótesis específica a

Se formuló la hipótesis de: Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, son diferentes, en la "Empresa Minera MARSÁ".

Utilizando explosivos Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45, el tamaño de material mínimo fue 0.006 m y tamaño máximo de 0.464 m. y la fragmentación con explosivo Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" fue tamaño mínimo 0.0002 m. y tamaño máximo 0.215 m.

4.3.2.2 Hipótesis específica b

Se formuló la hipótesis de: Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, son diferentes en la "Empresa Minera MARSA".

El factor de potencia (Kg de explosivo usado/metros de avance) en frentes tienen un promedio de varianza de 7.5% y en tajeos presenta una varianza de 15%.

El factor de perforación (metros taladro/metros de avance) en frentes tiene un promedio de varianza de 10% y en tajeos presenta una varianza de 16%.

4.3.2.3 Hipótesis específica c

Se formuló la hipótesis de: Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, son diferentes, en la "Empresa Minera MARSA".

Los costos al usar uno u otro explosivo en frentes varían en promedio un 11%, y en tajeos varía en 17%.

4.4 Discusión de resultados

Realizada la investigación se ha podido arribar a las siguientes conclusiones a lo largo de todo el proceso realizado:

En la planificación se planteó realizar pruebas de voladura tanto en tajeos como en frentes habiéndose realizado 15 disparos en frentes y 10 en tajeos durante el estudio, para poder realizar una comparación de los dos explosivos Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45 Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12".

En la ejecución se escogió la malla de perforación tanto para los frentes como para los tajeos, también se analizó los parámetros de perforación y voladura, el estudio se realizó en dos etapas llamándole primera prueba y segunda prueba y en cada uno de ellos se usó los dos tipos de explosivos.

Los resultados a que pudimos llegar fueron lo siguiente:

En cuanto a la fragmentación se utilizó como instrumento el Wip frag, obteniendo como resultado, en la primera prueba realizado en frentes utilizando explosivos Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45, tamaño de material mínimo 0.006 m y tamaño máximo de 0.464 m. La fragmentación en la segunda prueba utilizando como explosivo Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" fue tamaño mínimo 0.0002 m. y tamaño máximo 0.215 m.

En lo referente a los gases que se generan después de la voladura podemos decir: se tomaron pruebas en los frentes, en los tajeos y en la manga de ventilación obteniendo como resultados.

En los tajeos se tomó la prueba después de 1 hora obteniendo: CO₂ no hubo, CO 39 ppm, NO₂ 3.2 ppm.

En la manga de ventilación se tomaron varias pruebas dando: CO₂ y NO₂ estuvieron dentro del límite máximo permisible, el CO en la mayoría de las pruebas estuvo encima del Límite máximo permisible.

En los frentes los parámetros de CO₂, NO₂, CO estuvieron dentro del límite máximo permisible.

En lo que respecta al aspecto técnico sobre avance de perforación, factor de perforación, factor de potencia, tonelaje roto tuvimos:

El avance de perforación en frentes, fue favorable tanto en la primera prueba como en la segunda cuando se usó Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12". en un 5% y 3% respectivamente.

El factor de perforación vemos que fue favorable al usar Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45 en la primera y segunda prueba en un 8% y 12 %

El factor de potencia fue favorable al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" en la primera y segunda prueba en un 12% y 3%

El avance de perforación en tajeos, en tonelaje roto se obtuvo mayor tonelaje al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12".en 1%.

El factor de perforación fue mayor al usar Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45 en un 16%.

El factor de potencia mejoro al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" en un 15%

La fragmentación mejoro al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12".en un 4%

Referente a costos vemos que el costo de voladura es menor al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12".en un 12% para frentes de 3.5 m x 3.0 m. y en frentes de 4.0 m x 4.0 m de igual manera es menor al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" con una diferencia de 10%.

El costo en tajeos vemos que el costo es menor al usar Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12" con una diferencia del 17%.

CONCLUSIONES

Tras haber realizado la presente investigación y realizado las pruebas con los explosivos Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45 y Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12". (17 voladuras en "frentes" y 5 voladuras en "tajeos") y de haber interpretado su repercusión técnico-económica podemos concluir en lo siguiente:

1. Desde el punto de vista técnico ha sido posible:
 - Mejorar los avances en "frentes" e incrementar los volúmenes de rotura en los "tajeos".
 - Reducir los factores de perforación.
 - Reducir los factores de potencia.
 - Disminuir la concentración de los contaminantes.
 - Demostrar la simplicidad de uso del producto.
2. Desde el punto de vista económico se ha deducido importantes ahorros, tanto en "frentes" como en "tajeos"; esto como consecuencia de la mejor calidad de los disparos.
3. A través del monitoreo de gases realizado pudimos constatar que los contaminantes generados por las emulsiones se diluyen más fácilmente en el ambiente, lo que permite el ingreso a las labores en menor tiempo.
4. Nuestra participación en las pruebas nos permite sugerir usar como paquete ideal de explosivos: Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12 para taladros de producción y Detonita para taladros periféricos
5. Finalmente consideramos que las emulsiones pueden constituirse en la Mina Marsa en un importante factor de mejora de productividad y de reducción de costos.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener óptimos resultados es necesario cumplir con los estándares de trabajo durante la perforación y voladura, uno de estas condiciones es pintar la malla, mantener el paralelismo de los taladros, uso guidores y atacadores, limpieza correcta de los taladros, mantener la simetría de los taladros, distribución adecuada de retardos, etc. Cumpliendo con estos procedimientos aseguraremos lograr una mayor eficiencia en la voladura y así reducir la incidencia de tiros fallados, sobre rotura y sobre todo optimizar los costos unitarios.
2. La limpieza correcta de los taladros antes del carguío es primordial, de lo contrario hay la posibilidad de tiros fallados o avances deficientes, por lo que se recomienda implementar el uso de sopletes de aire.
3. Estandarizar el tiempo de carguío para los frentes como mínimo una hora antes del horario de disparo, el mismo que evita se origine errores en la secuencia de salida, falta de columna de carga de los taladros, amarres defectuosos trayendo como consecuencia posibles errores en el proceso y disparos fuera de hora poniendo en peligro la seguridad del personal.
4. Por nuestra experiencia como supervisores recomendamos un buen control, capacitación constante, en todo proceso y operación que redundara en una mejora continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALDE, J. (2019). *Emulsión gasificada en reemplazo de heavy anfo para reducir el P80 en la fragmentación e incrementar la productividad en carguío, acarreo y chancado en mina Shougang Hierro Perú*. [tesis de licenciamiento, U.N. de Trujillo] repositorio institucional U.N. de Trujillo.
- Avila, K. (2020). *Diseño de perforación y voladura para mejorar fragmentación del mineral en mina Virgen del Rosario - U.P. Hualanyog - 2020*. [tesis de licenciamiento U.N. del Centro del Peru] repositorio institucional U.N. del Centro del Peru.
- Barzola , F. (2018). *"Optimizacion de los estandares de perforacion y voladura en la reduccion de costos operativos en el crucero XC 10654- NW (GAL 10602-N), EMPRESA ESPECIALIZADA MINCOTRALL S.R.L. - Minera Aurifera Retamas S.A. - 2018"*. [Tesis de licenciamiento Universidad Continental]repositorio institucional U. Continental, Huancayo.
- BERNAOLA, CASTILLA, HERRERA, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en minería*. Universidad Politecnica de Madrid.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en minería*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- CALUA, F. (2019). *PROPUESTA DE MINIMIZACIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS PARA UNA MAYOR PRODUCCIÓN EN CARGUÍO Y ACARREO EN CIA. MINERA COIMOLACHE S.A.* [tesis de licenciamiento, U.N. de Cajamarca]repositirio institucional U.N.Cajamarca.
- Canchanya y Guillen, J. (2020). *Propuesta de implementación del cambio de explosivo Emulex (80,65 Y 45) a emulsión Quantex sub para la reducción de costos de la voladura en la rampa NV175 Nancy de la Unidad Minera Animón de Empresa*

Administradora Chungar S.A.C. [tesis de licenciamiento . U. Continental]
repositorio institucional U. Continental.

CASIANO, P. (2018). *REEMPLAZO DE LA EMULSIÓN MATRIZ MEX 60/40 POR LA EMULSION FORTIS ADVANTAGE GASIFICADA 65/35, PARA MITIGAR LA EMISION DE GASES NITROSOS EN LA UNIDAD DE PRODUCCION LAGUNAS NORTE.* [tesis de licenciamiento, U.N. de Trujillo]repositorio institucional U.N. d Trujillo.

CHAMBI, E. (2018). *EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA Y ECOLÓGICA DE LA APLICACIÓN DE EMULSIÓN GASIFICABLE EN LUGAR DE HEAVY ANFO TRADICIONAL EN MINA APUMAYO.* [tesis de licenciamiento, U.N. San Agustín de Arequipa] repositorio institucional U.N. San Agustín de Arequipa.

Chambi, J. (2019). *“ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA EL DESARROLLO DE ESTÁNDARES TÉCNICOS E INCREMENTO DE UTILIDADES EN MINA TAMBOMAYO”.* [Tesis de licenciamiento U.N.de San Agustín de Arequipa]repositirio institucional U.N. San Agustín de Arequipa.

Cuyubamba, J. (2019). *Zonificación geomecánica para optimizar el diseño de malla de perforación y voladura - Unidad Minera Parcoy - Consorcio Minero Horizonte S.A.* [tesis licenciamient U.N.del Centro del Peru]repositorio U.N.del Centro del Peru., Huancayo.

ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia tecnica.

Enaex. (s/f.). *Manual de tronadura Enaex S.A.*

ESCRIBA, E. (2018). [tesis de licenciatura, U. N. San Agustín de Arequipa]repositorio institucional U.N.San Agustín de Arequipa.

EXSA. (2017). Explosivos Exadit.

EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion.* exsa.

FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. (2018). Emulsiones/Hidrigel a granel no sensibilizado
SAN-G APU.

Famesa. (s/f.). Emulnor - Emulsion explosiva encartuchada.

GUERRA, R. (2013). *USO DE EMULSIÓN GASIFICABLE PARA REDUCIR COSTOS DE PERFORACIÓN-VOLADURA EN MINERÍA SUPERFICIAL Y SÚBTERRANEA.* [tesis de licenciatura, U.N. de Ingenieria]repositorio institucional U.N. de Ingenieria.

Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas.* Instituto Geologico y Minero de España.

MAMANI, E. (2018). *APLICACIÓN DE EMULSIÓN GASIFICADA (SAN-G) Y SU FACTIBILIDAD EN EL RENDIMIENTO DE COLUMNA EXPLOSIVA DE LA COMPAÑÍA MINERA “LA ZANJA” CAJAMARCA 2014.* [tesis de licenciamiento, U.N. Jorge Basadre Grohmann - Tacna] repositorio institucional.

Parra, G. (2018). *“REDUCCION DE LA CARGA EXPLOSIVA CON EL USO DEL EXPLOSIVO EMULNOR, EN LA CORONA DE LABORES DE DESARROLLO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE VOLADURA EN CIA MINERA MACDESA”.* [tesis de licnciamiento] repositorio institucional U.N. de San Agustin de Arequipa.

Zevallos, A. (2020). *“Aplicación de dashboard para mejorar la toma de decisiones en el área de perforación y voladura en Unidad Santa María – Cia Minera Poderosa S.A.”.* [tesis de licenciamiento U.N.de Trujillo] repositorio de la U.N. de Trujillo.

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

A. Parámetros de perforación

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN			
Dinamita Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45			
LABOR		FECHA	
PARÁMETRO		UNIDAD	CONSUMO
Peso específico			
Ancho de minado			
Altura de corte			
Diámetro de taladro			
Longitud de taladro			
N° de taladros de producción			
N° de taladros periféricos			
Total de taladros			

B. Parámetros de voladura

PARÁMETROS DE VOLADURA		
Dinamita Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45		
PARÁMETRO	UNIDAD	CONSUMO
Dinamita Semexsa 65 de 1.1/2"x 12"	Cartuchos	
	kg	
Dinamita Exadit 45 de 7/8"x 7"	Cartuchos	
	kg	
Fanel MS Y LP de 4.0 m	Piezas	
Cordón detonante de 3 g/m	m.	
Mecha de seguridad ensamblada 7'	Piezas	

C. Grado de fragmentación

GRADO DE FRAGMENTACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	
Nº de taladros	
Explosivo usado	
Fotografías tomadas	
RESULTADOS DEL ANÁLISIS	
Nº de bloque analizados	
Tamaños mínimos	
Tamaños máximos	

D. Resultados de monitoreo

RESULTADOS DE MONITOREO					
Labor	Hora	CO2 PPM	CO PPM	NO2 PPM	Observaciones

G. Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en Frentes

Factor de perforación, potencia, avance, concentración de gases, en Frentes							
Factor	Unidad	Semexsa	Emulnor	Var.	Semexsa	Emulnor	Var.
		65 y Dinamita Exadit 45	3000 de 1.1/2"x 12"	%	65 y Dinamita Exadit 45	3000 de 1.1/2"x 12"	%
		(4.0 m x 4.0 m)			(3.5 m x 3.0 m)		
Avance	m.						
F. Perf.	m tal/mAv						
F. Pot	Kg/m Av.						
Concentración de gases							

H. Evaluación económica en frentes

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN FRENTES					
Frentes de 3.50 m x 3.0 m					
Productos	Precio	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"		
Perforación					
Consumo de explosivos y accesorios					
Din. Semexsa 65, 1.1/2"x12"					
Din Exadit 45 7/8 x 7"					
Emulnor 3000, 1.1/2"x12"					
Detonita 7/8 x 7"					
Famecorte D 19 x 510 mm					
Fanel 4.0 m (piezas)					
Cordón detonante 3 g/m					
Mecha de seg. 7" (piezas)					
Coste de explosivos y accesorios \$					
Costo total de perforación y consumo de explosivos y accesorios \$					
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura \$					
Diferencia de costos totales de perf. y Voladura %					

I. Costo en frentes

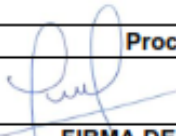
COSTO EN FRENTES					
Costos totales de perforación y consumo de explosivos y accesorios					
Explosivos		Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"	Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"
		(4.0 m x 4.0 m)		(3.5 m x 3.0 m)	
Costos	US \$/m av.				
Diferencia de costos	US \$/m av.				
	%				

J. Costos en tajeos

COSTOS EN TAJEOS			
Costos totales de perforación y consumo de explosivos y accesorios			
Explosivos		Semexsa 65 y Dinamita Exadit 45	Emulnor 3000 de 1.1/2"x 12"
Costos	US \$/tn		
Diferencia de costos	US \$/tn		
	%		

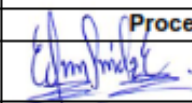
Procedimiento de Validación y Confiabilidad

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y Nombres del Experto		Grado Académico		Cargo e Institución donde labora		
HUANCA GASPAR Jonatan Arturo		Ingeniero de Minas		Jefe de Guardia Mincotrail		
Título de la Investigación		"Comparación del uso de explosivos en la voladura de frentes y tajeos, en la empresa minera Marsa."				
Nombre del Instrumento de Evaluación			Autor del Instrumento			
Ficha de control para verificar los parámetros de voladura			Jhonatan ESPINOZA QUISPE			
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 - 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado.					85
OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidad observable.					85
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					88
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					83
SUFICIENCIA	Los items son suficientes y necesarios para evaluar los indicadores.					86
CONSISTENCIA	Emplea teorías científicas.					84
COHERENCIA	Existe correlación entre indicadores y variables					88
METODOLOGÍA	La estrategia corresponde al propósito de investigación.					88
III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN					86%	
IV. OPINIÓN DE APLICACIÓN					Procede su aplicación.	
Cerro de Pasco, Noviembre del 2020		47181354			999459792	
LUGAR Y FECHA		N° DNI	FIRMA DE EXPERTO		N° CELULAR	


Procedimiento de Validación y Confiabilidad

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y Nombres del Experto		Grado Académico		Cargo e Institución donde labora		
SANCHEZ ESPINOZA Edwin Elías		Ingeniero de Minas Magister		Docente Principal UNDAC		
Título de la Investigación		"Comparación del uso de explosivos en la voladura de frentes y tajeos, en la empresa minera Marsa."				
Nombre del Instrumento de Evaluación			Autor del Instrumento			
Ficha de control para verificar los parámetros de voladura			Jhonatan ESPINOZA QUISPE			
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 - 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado.					90
OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidad observable.					87
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					88
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					90
SUFICIENCIA	Los items son suficientes y necesarios para evaluar los indicadores.					90
CONSISTENCIA	Emplea teorías científicas.					85
COHERENCIA	Existe correlación entre indicadores y variables					86
METODOLOGÍA	La estrategia corresponde al propósito de investigación.					85
III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN				88%		
IV. OPINIÓN DE APLICACIÓN				Procede su aplicación.		
Cerro de Pasco, Noviembre del 2020		20717871			975032078	
LUGAR Y FECHA		N° DNI	FIRMA DE EXPERTO		N° CELULAR	

Procedimiento de Validación y Confiabilidad

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y Nombres del Experto		Grado Académico		Cargo e Institución donde labora		
RAFAELE CHIPANA Juan Carlos		Ingeniero de Minas		Jefe de Zona Marsa		
Título de la Investigación		"Comparación del uso de explosivos en la voladura de frentes y tajeos, en la empresa minera Marsa."				
Nombre del Instrumento de Evaluación			Autor del Instrumento			
Ficha de control para verificar los parámetros de voladura			Jhonatan ESPINOZA QUISPE			
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 - 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado.					81
OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidad observable.					85
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					85
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes y necesarios para evaluar los indicadores.					81
CONSISTENCIA	Emplea teorías científicas.					85
COHERENCIA	Existe correlación entre indicadores y variables					85
METODOLOGÍA	La estrategia corresponde al propósito de investigación.					85
III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN				84%		
IV. OPINIÓN DE APLICACIÓN				Procede su aplicación.		
Cerro de Pasco, Noviembre del 2020		44003468			988249298	
LUGAR Y FECHA		N° DNI	FIRMA DE EXPERTO		N° CELULAR	

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p style="text-align: center;">“COMPARACIÓN DEL USO DE EXPLOSIVOS EN LA VOLADURA DE FRENTES Y TAJEOS, EN LA EMPRESA MINERA MARSÁ.”</p>	<p style="text-align: center;">Problema general</p> <p>¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en la Empresa Minera Marsa?</p> <p style="text-align: center;">Problemas específicos</p> <p>a. ¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, en la “Empresa Minera MARSÁ”?</p> <p>b. ¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con emulsor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, en la “Empresa Minera MARSÁ”?</p> <p>c. ¿Qué resultados podemos obtener al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, en la “Empresa Minera MARSÁ”?</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo general</p> <p>Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en la “Empresa Minera MARSÁ”.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos específicos</p> <p>a. Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, en la “Empresa Minera MARSÁ”.</p> <p>b. Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, en la “Empresa Minera MARSÁ”.</p> <p>c. Determinar los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, en la “Empresa Minera MARSÁ”.</p>	<p style="text-align: center;">Hipótesis General</p> <p>Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, son diferentes, en la Empresa Minera MARSÁ</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis específicas</p> <p>a. Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a la fragmentación y producción de gases, son diferentes, en la Empresa Minera MARSÁ</p> <p>b. Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto al factor de potencia y factor de perforación, son diferentes en la Empresa Minera MARSÁ</p> <p>c. Los resultados al comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita en la voladura de frentes y tajeos, en cuanto a costos, son diferentes, en la Empresa Minera MARSÁ</p>	<p>Variables para la hipótesis general</p> <p>-Comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita</p> <p>-Voladura de frentes y tajeos</p> <p>Variables para la hipótesis específicas</p> <p>Variable para la Hipótesis específica a.</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>-Comparar los explosivos dinamita Semexsa 65 y Exadit 45 con Emulnor 3000 y Detonita</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>-Fragmentación</p> <p>Variable para la Hipótesis específica b.</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>-Factor de potencia y Factor de perforación</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>-Costos</p>