

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Relación de la fragmentación del mineral con los procesos unitarios
de la explotación, al usar Emulsiones Gasificantes San – G, en la
Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Harold Vladimir RAFAELO VILLAVICENCIO

Asesor:

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

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

Relación de la fragmentación del mineral con los procesos unitarios de la explotación, al usar Emulsiones Gasificantes San – G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – Comarsa.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA
PRESIDENTE

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
MIEMBRO

Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO



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



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 008-2024

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 Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:
Harold Vladimir, RAFAELO VILLAVICENCIO

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
“Relación de la Fragmentación del Mineral con los Procesos Unitarios de la Explotación, al usar Emulsiones Gasificantes SAN – G, EN LA COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA – COMARSA.”

Asesor:
Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Índice de Similitud: **5 %**

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 10 de mayo de 2024.



Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

Firmado digitalmente por CONDOR
SURICHACUI Santa Silvia FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10/05/2024 10:31:32 -05:00

DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones y salud que me otorga. A mis padres que me apoyan emocionalmente día a día en seguir adelante en mi vida profesional y personal con sus buenos deseos y consejos brindados, A mi hija que es el principal motivo para no rendirme, logrando cumplir uno más de mis objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme salud, fortaleza y guiar mi camino en cada paso que doy.

Muy agradecido con cada uno de los docentes de la facultad de Ingeniería de Minas por su confianza y continua contribución dentro de mi formación profesional, compartiéndome sus conocimientos y experiencias.

A mi familia por ser mi mayor apoyo durante mi proceso de alcanzar mis objetivos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que tiene como título: “Relación de la Fragmentación del Mineral con los Procesos Unitarios de la Explotación, al usar Emulsiones Gasificantes SAN – G, EN LA COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA – COMARSA” Se ha establecido como objetivo principal. Determinar el grado de relación que hay entre la fragmentación y los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA.

La hipótesis principal fue: El grado de fragmentación está directamente relacionado con los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, permitiendo optimizar dichos procesos, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA.

Respecto a la metodología, la investigación realizada es de tipo APLICADA porque haremos uso de conocimientos sobre análisis de fragmentación para poder conocer la calidad de fragmentación después de la voladura y poder ver la relación que hay con la perforación, voladura, carguío, acarreo y pad así seguir con el proceso de mejora.

Finalizando la investigación, con las conclusiones y recomendaciones respectivas destacando lo siguiente: Los procesos Unitarios como carguío y acarreo serán más eficientes a medida que se siga mejorando la fragmentación.

Se debe comenzar a optimizar los procesos operativos de la mina por la perforación debido a que es la operación unitaria que condiciona a las labores de voladura. Los resultados del WipFrag permiten analizar a gran escala y en corto tiempo el proceso de Fragmentación.

Palabras claves: Grado de fragmentación, Procesos unitarios, WipFrag.

ABSTRACT

The present research work whose title is: “Relationship of Mineral Fragmentation with the Unitary Processes of Exploitation, when using Gasifying Emulsions SAN – G, IN THE SANTA ROSA GOLD MINING COMPANY – COMARSA” has been established as the main objective. Determine the degree of relationship between fragmentation and the unit processes of exploitation, when using San – G gasifying emulsions, in the Santa Rosa Gold Mining Company – COMARSA.

The main hypothesis was: The degree of fragmentation is directly related to the unitary processes of exploitation, when using San – G gasifying emulsions, allowing these processes to be optimized, in the Santa Rosa Gold Mining Company – COMARSA.

Regarding the methodology, the research carried out is of the APPLIED type because we will use knowledge about fragmentation analysis to be able to know the quality of fragmentation after blasting and to be able to see the relationship with drilling, blasting, loading, hauling and padding. so continue with the improvement process.

Completing the investigation, with conclusions and recommendations respective highlighting the following: Unitary processes such as loading and hauling will be more efficient as fragmentation continues to improve.

The operational processes of the mine must begin to be optimized by drilling because it is the unit operation that conditions the blasting work. The results of WipFrag allow us to analyze the Fragmentation process on a large scale and in a short time.

***Keywords:* Degree of fragmentation, Unitary processes, WipFrag.**

INTRODUCCIÓN

Al realizar un seguimiento y control de la voladura en la Compañía minera Aurífera Santa Rosa – Comarsa, se ha encontrado con problemas de costo deficiente de explotación.

Vemos que la voladura en este sistema de explotación es una de las actividades más importante y su control es primordial sin embargo se produce desviación al no controlar el grado de fragmentación de la roca lo cual es un factor negativo dentro de los costos unitarios en el proceso.

Vemos también que cuando se tiene una voladura óptima, se reduce el daño innecesario, producto de las vibraciones generadas por los explosivos en exceso. Disminuyendo así la dilución que se genera por la sobre rotura en los tajos de la mina Comarsa.

En lo referido a la estructura del trabajo, se realizará por capítulos de la siguiente manera: En el capítulo I se refleja el planteamiento del estudio que abarca el planteamiento del problema, Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación del problema, Limitaciones de la investigación.

A su vez, el Capítulo II, en el Marco Teórico encontrara lo antecedentes nacionales de diferentes empresas mineras que realizan la voladura controlando el grado de fragmentación y ver las mejoras que han tenido. También se detallan los diferentes agentes de voladura San-G que se utilizan, el Capítulo III, trata sobre la Metodología, que contiene el tipo y nivel de investigación, el método de investigación utilizado, el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de procesamiento y análisis de datos. En el Capítulo IV, encontraremos los resultados obtenidos de los análisis granulométricos valorado del mineral de los diferentes tajos. Aquí hallaremos los diferentes gráficos de análisis granulométrico con respecto al tamaño de malla y porcentaje de Oro obtenido. Por último, se indican las conclusiones y recomendaciones. También se encontrarán las referencias bibliográficas de todos los autores mencionados para esta investigación realizada.

ÍNDICE

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

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento 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 del Problema	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.2. Bases teóricas científicas.....	8
2.2.1. Agente de voladura San -G	8
2.2.2. Explosivos	15
2.2.3. Proceso de reacción físico químico y el tiempo	18
2.2.4. Mecanismo de la detonación	19
2.2.5. Sustancias explosivas	20
2.2.6. Proceso de fragmentación.....	27
2.3. Definición de términos conceptuales.....	29
2.4. Enfoque filosófico – epistémico.....	32

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	34
3.2. Nivel de investigación	34
3.3. Características de la investigación.....	34
3.4. Método de investigación	35
3.5. Diseño de investigación	35
3.6. Procedimiento del muestreo	35
3.6.1. Población	35
3.6.2. Muestra	35
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.7.1. Técnicas.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componente 1: matriz San-G inerte gasificable	9
Figura 2 Componente 2: solución sensibilizante (N-20)	9
Figura 3 Proceso de gasificación	12
Figura 4 Disminución de la densidad a Trávez del tiempo	12
Figura 5 Esponjamiento de SAN -G a través del tiempo	13
Figura 6 Sistema de gasificación del camion - fabrica.....	13
Figura 7 Esquema simplificado del proceso de gasificación.....	14
Figura 8 Esquema de la Unidad – Fabrica	14
Figura 9 Efecto del poder rompedor del explosivo	17
Figura 10 Diámetro crítico del explosivo	18
Figura 11 Esquema de detonación del explosivo	19
Figura 12 Proceso de detonación de una carga explosiva	20
Figura 13 Sustancias explosivas utilizadas como iniciadores.....	21
Figura 14 Dinamita pulverulenta	23
Figura 15 Dinamita Semigelatinosa	23
Figura 16 Dinamita gelatinosa.....	24
Figura 17 Anfo	25
Figura 18 Hidrogel	26
Figura 19 Fracturas radiales (Brisance)	28
Figura 20 Etapa 2. Empuje hacia adelante (Heave)	28
Figura 21 Etapa 3. Fragmentación.....	29
Figura 22 Ubicación de la mina.....	38

Figura 23 Parámetros técnicos en COMARSA.....	39
Figura 24 Perforadora DM45E	41
Figura 25 Malla triangular equilátera.....	42
Figura 26 Ubicación de los taladros en forma correcta e incorrecta	42
Figura 27 Esquema simplificado del proceso de gasificación.....	43
Figura 28 Control de la densidad SAN – G	44
Figura 29 Camión fabrica cargando SAN – G	45
Figura 30 Diseño de carga Fanel dual 800/17 MS, booster 1 lb.	45
Figura 31 Tapado y amarre del taladro	46
Figura 32 Amarre en “V”	46
Figura 33 Operaciones unitarias relacionadas a la fragmentación	48
Figura 34 Perforadoras DML45E – IR.....	49
Figura 35 Áreas que proporcionan información a perforacion y voladura.....	51
Figura 36 Emulsiones gasificada SAN – G bombeable	52
Figura 37 Apilamiento de material teniendo cuenta el equipo de carguío.....	53
Figura 38 Análisis granulométrico valorado – mineral Tentadora 395	55
Figura 39 Análisis granulométrico valorado – mineral Cochavara 446 y 434.....	56
Figura 40 Análisis granulométrico valorado – mineral Clarita 438.....	57
Figura 41 Ley (gr/tm) de oro en cada granulometría del mineral, para los 03 Tajos. ...	58
Figura 42 Porcentaje de recuperación de Au por mallas a 45 días	59
Figura 43 Porcentaje de recuperación de Au por mallas a 60 días	60
Figura 44 Tajo Tentadora.....	61
Figura 45 Proyecto de voladura 3357 BCO 339.....	61

Figura 46 Tajo Tentadora diseño de la voladura	62
Figura 47 Escaladores representando a una línea de muestreo	62
Figura 48 Escaladores representando a una fotografía de un punto de muestreo.....	63
Figura 49 Granulometría para la línea de muestreo 1 (LM1)	67
Figura 50 Granulometría para la línea de muestreo 2 (LM2)	68
Figura 51 Granulometría para la línea de muestreo 3 (LM3)	68
Figura 52 Granulometría para la línea de muestreo 4 (LM4)	69
Figura 53 Curva Granulométrica representativa de la pila de mineral del proyecto 357 Bco. 339 TajoTentadora.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del SAN - G	11
Tabla 2 Características del sensibilizador N 20.....	11
Tabla 3 Análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Tentadora Banco 39554	
Tabla 4 Tamaño promedio geométrico en micras y pulgadas	55
Tabla 5 Análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Cochavara Banco 446 y 434	56
Tabla 6 Tamaño promedio geométrico en micras y pulgadas	56
Tabla 7 Análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Clarita Banco 438	57
Tabla 8 Tamaño promedio geométrico en micras y pulgadas	57
Tabla 9 Registro de datos: Explotación de tajo Mina COMARSA.....	64
Tabla 10 Parámetros de perforación y voladura COMARSA.....	65
Tabla 11 Cronograma de digitalización de las fotografías	66

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Entre los procedimientos que abarcan las distintas labores mineras una de las que cobra mayor relevancia como operación comunitaria es el de la voladura. Esta labor tiene por finalidad garantizar que la roca se fragmente en 1° adecuado para de este modo poder asegurar un costo eficiente de explotación. Así mismo las condiciones de fragmentación y en general de toda la labor de la voladura deberán procurar que los daños produzcan el menor impacto posible en el área circundante.

En el proceso de operaciones mina de Comarsa, la actividad de Perforación viene a ser Proveedor de la actividad de voladura y esta Última viene a ser Proveedor de Carguío, de acarreo y lixiviación. Para satisfacer a sus clientes la voladura de rocas tiene que abastecer de material (Mineral y/o desmonte) con una óptima fragmentación la que permita Tener un carguío y acarreo eficiente sin demoras (en caso de frentes duros o presencia de bolonería) para no incurrir en sobre costos.

Por otro lado, la cinética hidrometalurgia (Recuperación) será más acelerada si la fragmentación que llega al Pad es Óptima, de no ser así la empresa tendrá que esperar un poco más para obtener ganancias, esto se

refleja en el ROM que es el indicador económico que indica los niveles de rentabilidad de la organización con respecto a su capitalización en bolsa.

Se debe señalar que este tipo de operación unitaria presenta un impacto determinante en los niveles de rentabilidad de la operación en general, en ese sentido una mina óptimamente desarrollada se conoce como ROM (Run Of Mine). Para alcanzar este objetivo se necesita distribuir el tamaño adecuadamente buscando la maximización de los desempeños en los siguientes procesos.

Debido a este contexto que enmarca la situación presente se optó por elaborar la siguiente investigación en la Empresa Aurífera Santa Rosa (COMARSA) para mejorar el grado de la fragmentación cuando se realiza la voladura de los tajos.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El presente trabajo se ha realizado en las instalaciones de la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa - COMARSA.

1.2.2. Delimitación temporal

Implementar este proyecto abarcará el segundo semestre del año 2022.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué medida el grado de fragmentación está directamente relacionado con los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, ¿en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA?

1.3.2. Problema Específicos

Problema específico a

¿En qué medida los procesos unitarios de perforación, voladura, están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San - G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA?

Problema específico b

¿En qué medida los procesos unitarios de carguío, acarreo y pad (lixiviación) están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San - G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el grado de relación que hay entre la fragmentación y los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico a

Determinar el grado de relación que existe entre los procesos unitarios de perforación, voladura, y la fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA

Objetivo específico b.

Determinar el grado de relación que existe entre los procesos unitarios de carguío, acarreo y pad (lixiviación) y la fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San - G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA

1.5. Justificación del Problema

Nuestra investigación justifica su realización desde varios aspectos:

Aspecto teórico

Implementar esta propuesta encuentra su valor e importancia al permitirnos contribuir al desarrollo de los conocimientos actuales sobre fragmentación y su relación con los procesos unitarios en minería

Aspecto práctico

La tesis está orientada básicamente a aspectos muy importantes como: los procesos unitarios (perforación, voladura, carguío, acarreo, lixiviación) relacionados con la fragmentación para su análisis y posterior mejoramiento, que en COMARSA constituye un factor determinante para elevar los niveles de productividad, además de reducir los costos asegurando mejores condiciones para los aspectos de seguridad y protección del entorno ambiental.

Aspecto económico

Los procesos unitarios Perforación, voladura, Carguío, acarreo y pad (lixiviación) están directamente relacionados a la Fragmentación el cual constituye la mejor forma de poder determinar la rentabilidad de la empresa y ostentar seguir reduciendo costos en cualquiera de los procesos unitarios de Operaciones Mina

1.6. Limitaciones de la investigación

En cuanto a los aspectos limitantes que pudieron aparecer durante el transcurso de este proyecto podemos señalar los siguientes:

- se presentaron algunas limitaciones relacionadas a los recursos económicos para elaborar este estudio.
- se encontró limitaciones para reclutar profesionales especialistas en el área de aplicación de este estudio.
- se presentaron limitaciones para acceder a los datos actualizados sobre operaciones específicas relacionadas a esta investigación.

Sin embargo, se debe señalar que no se registró ninguna limitación por parte de la empresa para colaborar en este estudio.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Tenemos los siguientes antecedentes:

Antecedente uno

La tesis “Análisis del uso gasificable San - G APU para optimizar la fragmentación de voladuras primarias COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA S.A – Huaraz de (BERTO, 2019) plantea como objetivo mejorar la fragmentación de las voladuras al usar la emulsión San - G en la mina Antamina.

Como conclusiones podemos mencionar:

- Se logro mejorar la fragmentación con el uso del San G APU tanto técnicamente como económicamente.
- Se tuvo mejores resultados en cuanto a la velocidad de detonación en 3.1 % respecto al HA 73 gasificable.
- La fragmentación se redujo a 18.91 en promedio, el factor de carga se redujo en 3.5 %
- Se logro un ahorro de 0.0095 \$/taladro con el uso del anfo -G APU.

Antecedente dos

La tesis “Optimización de la fragmentación en los proyectos de voladura primaria en la zona norte del tajo San Pedro Sur, Minera La Zanja” de (CHAVEZ, 2014), su objetivo fue la optimización de la fragmentación en la minera Cuajone mediante el conocimiento de los parámetros de voladura, como conclusión indica.

- Modificando los parámetros de diseño de la perforación y voladura e incorporando accesorios se debe mejorar la fragmentación de la voladura del tajo San Pedro Sur.
- Se logro reducir el tamaño del P80 a 8.17 pulgadas mejorando el grado de fragmentación, con lo cual se consiguió un aumento en el ingreso neto a 0.6769 \$/tn.
- La velocidad de detonación se encuentra dentro del rango establecido.
- La malla de perforación es de 3.6 m x 4.6 m
- Se hizo algunas correcciones a los parámetros de la voladura como selección del stemming en el tipo y longitud, tiempo de salida de los taladros y de las filas, factor de potencia.
- Se corrigió algunas prácticas inadecuadas de la voladura como la calibración del camión fábrica, la medición de la densidad.

Antecedente tres

La tesis “optimización de la voladura usando explosivo gasificado san- G APU en la UNIDAD MINERA UTUNSA DE LA EMPRESA MINERA ANABI S.A.C. HAQUIRA – COTABAMBAS - APURÍMAC 2021” de (ABRIGO, 2023) el objetivo fue mejorar la eficiencia de la voladura conociendo sus valores técnicos y económicos y empleando la emulsión San - G APU en la mina ANABI S.A.C.

Como resultados nos muestra:

Se hizo una evaluación de los parámetros tanto de la voladura como de la perforación en dos momentos uno antes de la mejora donde se usó el año

Heavy ando 55 y el otro después de la mejora usando como explosivo el San - G APU 70/30.

Con la mejora realizada se obtuvo los siguientes resultados:

Se incrementó el burden a 0.26 m para voladura en mineral y de 0.43 m. para voladura en desmonte, el espaciamiento también aumento en 0.30 m para voladura en mineral y a 0.50 para voladura en desmonte.

En cuanto a la densidad bajo a 1.10 g/cc, la velocidad de onda de detonación (VOD) aumento en 1542.8 m/seg.

La fragmentación disminuyo a 3.68 pulgadas, el factor de potencia disminuyo a 0.140 kg/tn.

Referente a los costos diremos que disminuyeron en todos los rubros así tenemos en perforación 12.048 \$/m, voladura 0.449 \$/tn, en carguío 0.275 \$/tn

Antecedente cuatro

La tesis "Determinación de los parámetros de voladura para optimizar la fragmentación en zona de mineral en la unidad minera Cuajone" cuyo autor es (FLORES, 2019) , su objetivo fue el de mejorar la voladura del mineral estableciendo los parámetros adecuados de la voladura tanto técnicos como económicos al usar el explosivo San - G APU.

Como conclusiones se tuvo:

- El disparo realizado en el proyecto 390 – 0632 tuvo una fragmentación de 6.02 pulgadas lo cual resulto lo más adecuado para realizar las siguientes voladuras
- La relación de 70/30 de la emulsión es lo indicado para obtener una fragmentación deseada
- El factor de potencia que se obtiene es de 0.21 kg/tn que resulta ser el más eficiente.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Agente de voladura San -G

Definición

Este tipo de agente para voladuras presenta una base emocionante. Necesariamente se debe transportar al lugar de las operaciones como material inerte. Para su estabilización antes de las operaciones en la carga de taladros se debe usar soluciones significantes. De esta manera se puede producir un componente explosivo menos denso, pero con mayor velocidad de detonación si se le compara con el pesado. Entre sus características presenta una buena resistencia al agua además de una consistencia muy viscosa y una alta capacidad de energética. (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Componentes de la San - G

Se trata de un componente de preparación previa antes de bombearlo al taladro, con el fin de que provoque una reacción química entre su base oxidante que se clasifica y la sustancia sensibilizando.

Componente 1: matriz San - G inerte gasificable, densidad de matriz inerte 1.38 g/cm³.

Componente 2: Solución sensibilizante (N-20) (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Componente Matriz SAN -G, Inerte gasificable

Se trata de una sustancia oxidante que se presenta como una solución visperas y en fases continuas, debe ser estabilizada por medio de sustancias emulsificantes que la podrán sensibilizar recién en la operación minera, mediante la dosificación de sales oxidantes con un balance químico, para entregar al taladro un compuesto explosivo menos denso pero con mayor viscosidad, velocidad de detonación, energía, además de ser resistente al agua en comparación con los H -ANFOS (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Componente N - 20 (Sensibilizador)

Cuando este sensibilizador se mezcla con una matriz oxidante en muy poco tiempo genera una reacción química que produce nitrógeno en burbujas. De esta manera es que la emulsión San - G se convierte en explosivo, al reducir su densidad y el tamaño, además las burbujas se distribuyen determinando la velocidad de detonación del agente (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Figura 1

Componente 1: matriz San - G inerte gasificable



Figura 2

Componente 2: solución sensibilizante (N-20)



Propiedades de la SAN – G

- Se trata de un compuesto que ofrece una garantía de seguridad al tratarse de un material inerte que no podrá detonar cuando se le transporte, almacene y transfiera.
- En cuanto a su densidad esta presenta una variación entre 0.9 y 1.2 gr/cc, que puede ser regulada teniendo en cuenta el nivel de concentración del agente sensibilizador. Esta característica hace de este compuesto versátil debido a que su uso puede indicarse para distintos tipos de roca, además de circunstancias húmedas, secas e incluso inundadas.
- Su proceso de sensibilización es seguro debido a que se utiliza una calificación “in situ”, en este caso el aditivo se Combina con el SAN - G al interior de un mezclador estático, que debe estar ubicado en la salida de la bomba de cavidad progresiva y previamente a que se carguen los taladros ya como sustancia explosiva.
- Conforme será cargada en los taladros esta sustancia alcanza las densidades adecuadas para que pueda detonar, el tiempo estimado para ello es de 30 minutos.
- Al presentar una velocidad de detonación más alta, así como unos volúmenes de gas más desarrollados se hace posible la ampliación de las plantillas perforadoras y de esta manera se puede hacer una reducción en el factor de potencia y con ello en los costos que todo esto involucra.
- Por último, se puede ver que los costos del valor en cadena disminuyen debido a que el carguillo y los transportes resultan más eficientes. De esta manera se produce un ahorro en la energía cuando se ejecute el Chancal lo cual tiene como consecuencia metalúrgica una mayor recuperación, porque se produce una mayor superficie específica de contacto con la solución lixivante.

Características técnicas

a. Del SAN -G

Tabla 1

Características del SAN - G

• DENSIDAD RELATIVA DE LA MATRIZ INERTE	1.38 g/cm ³
• DENSIDAD RELATIVA DE LA MATRIZ SENSIBILIZADA (*)	0.90-1.20 g/cm ³
• VISCOSIDAD (BROKFIELD HA DVII A 50 RPM)	14,000 Cp
• VELOCIDAD DE DETONACIÓN (**)	4,600-5,800 m/s
• PRESIÓN DE DETONACIÓN	47.6-101.0 Kbar
• ENERGÍA	610 Kcal/Kg
• VOLUMEN NORMAL DE GASES	1,020 L/Kg
• POTENCIA RELATIVA EN PESO (***)	70 %
• POTENCIA RELATIVA EN VOLUMEN (***)	102 %
• RESISTENCIA AL AGUA	Excelente
• CATEGORÍA DE HUMOS	Primera
• DIÁMETRO CRÍTICO DE TALADROS	3 pulg.
• CONDICIÓN FRETE A LA PRESENCIA DE AGUA	Taladros secos, húmedos e inundados
• SISTEMA DE CARGUÍO	Vaciable y bombeable
• MÁXIMO TIEMPO DE ESPERA PARA SU DETONACIÓN	7 días

*. La densidad depende de la temperatura de la emulsión matriz y de la concentración del gasificante.

** Velocidad de detonación de la SAN-G sensibilizada en tubo de 6" ϕ .

*** Potencias relativas referidas al ANFO, con potencia convencional de 100.

b. Del sensibilizador

Tabla 2

Características del sensibilizador N 20

• APARIENCIA	Líquido de coloración azul clara
• VISCOSIDAD	1.00 Cp
• DENSIDAD	1.12 g/cm³
• pH	5.20

Proceso de gasificación

Este proceso se inicia cuando en el carguillo del taladro el material explosivo comienza a esponjar, debido a que químicamente comienza a reaccionar como efecto de la mezcla entre la solución N - 20 y la matriz, lo cual produce que las burbujas de nitrógeno se puedan formar. Y estas cuando la de

detonación se produce sirven de “puntos calientes”, al iniciar su cadena detonante y propagar la onda explosiva por toda la columna.

En otras palabras, el gas nitrógeno es la consecuencia del encuentro en forma de reacción química entre la emulsión matriz inerte y la solución N - 20. Este gas es el que queda encapsulado al interior de las burbujas en la matriz y la sensibilización de la emulsión se consigue por medio de estas burbujas.

Figura 3

Proceso de gasificación



(1) Burbujas de nitrógeno, (2) Matriz SAN-G

Disminución de la densidad

Figura 4

Disminución de la densidad a Trávez del tiempo



Esponjamiento en tubo de 1.1/2 pulgadas

Figura 5

Esponjamiento de SAN -G a través del tiempo



Sistema de gasificación del camión - fabrica

El sistema de control programable del camión fábrica debe encontrarse equipado con sensores de presión, temperatura y flujo que permitan monitorear en vivo las variaciones que el agente pueda presentar y que se transfieran al taladro.

El monitor del PLC muestra los kilogramos de emulsion entregados , de N -20, de agua, presion, temperatura.

Figura 6

Sistema de gasificacion del camion - fabrica



Esquema simplificado del proceso de gasificación

La solución N - 20 debe ingresar al mezclador estático que canaliza la emulsión matriz, para luego inyectar agua que facilite el bombeo

Figura 7

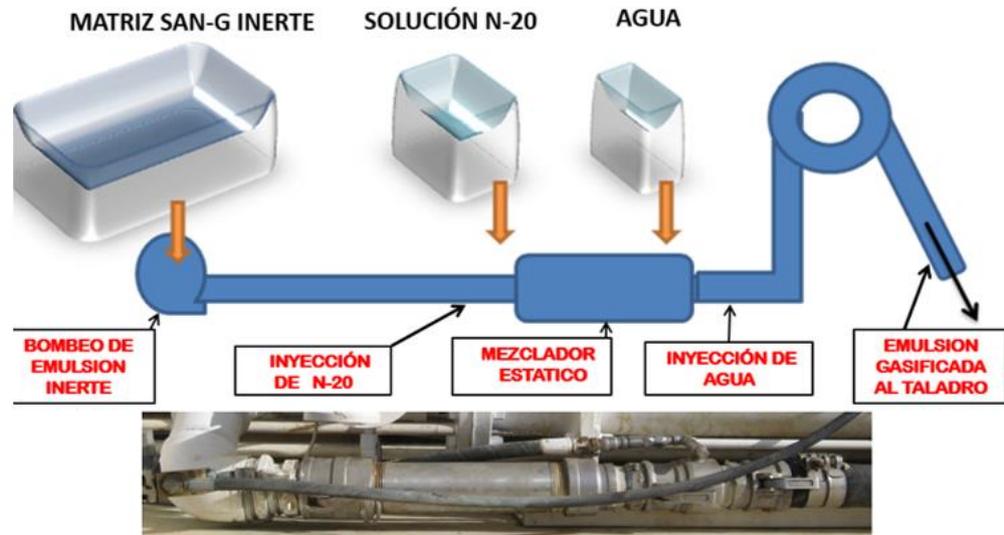
Esquema simplificado del proceso de gasificación



Esquema de la Unidad – Fábrica

Figura 8

Esquema de la Unidad – Fabrica



2.2.2. Explosivos

Concepto

Compuesto que presenta una alta sensibilidad para desarrollar reacciones químicas de manera rápida y sin la necesidad de agentes externos.

Los elementos que generalmente reaccionan son principalmente los gases, que con su expansión facilitada por temperaturas altas efectúan un trabajo que involucre a fuerzas mecánicas impulsadas alta presión. (JIMENO, JIMENO, BERMUDEZ, 2005)

Propiedades de los explosivos

Densidad.

Peso por unidades de volumen (g/cm³)

Velocidad de Detonación (VOD)

Velocidad con que se puede desplazar la onda de choque por medio de una columna explosiva

Energía.

Kcal generadas en la detonación de 1 kilo de masa explosiva

Balance de Oxígeno.

Sin contar con la nitroglicerina o el nitrato de amonio en su mayoría las sustancias explosivas presentan deficiencias en oxígeno, debido a que no tienen la necesaria cantidad que pueda convertirlos átomos de carbono o nitrógeno presentes en moléculas explosivas como dióxido de carbono o agua. (ENAEX, s.f.)

Resistencia al Agua.

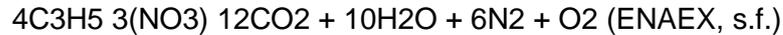
Es el nivel de resistencia que una sustancia explosiva muestra frente a una exposición directa del agua y por ello no pierde eficiencia ni sensibilidad.

Volumen de explosión.

Se trata de los volúmenes que pueden ocupar los gases que se producen por 1 kg de explosivo bajo circunstancias normales. Además, en condiciones

normales el volumen de una molécula grano de cualquier sustancia gasificada es de 22,4 litros.

Tomando por ejemplo la nitroglicerina, como caso se tiene:



Presión de Detonación:

Se trata de la liberación de presión de una forma inmediata repentina y violenta que se produce como efecto de las ondas de choque. Para realizar el cálculo de las expresiones de detonación se debe considerar en base a las densidades del material explosivo y a su velocidad de reacción. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Potencia explosiva

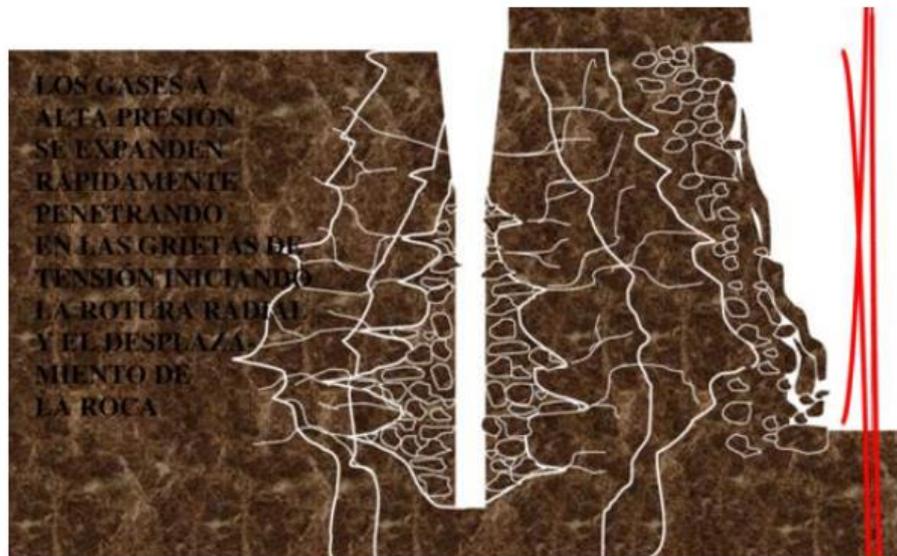
Se trata del estimado del “contenido de energía” de la explosión y del trabajo que podrá efectuarse.

Poder rompedor (Brisance)

Es conocido como el efecto triturador o demoledor al que somete a la roca el explosivo cuando comienza a fracturarla. En términos dinámicos es el resultado de las ondas de choque y se encuentra relacionado a las densidades y a la velocidad de detonación. Es normal que en muchas ocasiones se la use como una base de comparación. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Figura 9

Efecto del poder rompedor del explosivo



Diámetro crítico

Se trata de la dimensión límite que puede tener el diámetro de las cargas explosivas. Debido a que si se encuentra por debajo de este límite no se generarán las condiciones adecuadas para que la onda pueda expandirse. En el mejor de los casos generará una velocidad de reacción que no alcanzará el régimen necesario. Es por ello que recibe la denominación de “diámetro crítico”. En el caso específico de algunos compuestos en base a hidrogel este diámetro debe tener por lo menos 1 pulgada (2,54 cm) y 3 pulgadas (7,5 cm) en el caso de los slurries, para ello es adecuado conocerlos previamente. (ENAEX, s.f.)

Entre los factores principales que interviene para determinar el diámetro crítico se encuentran:

Confinamiento

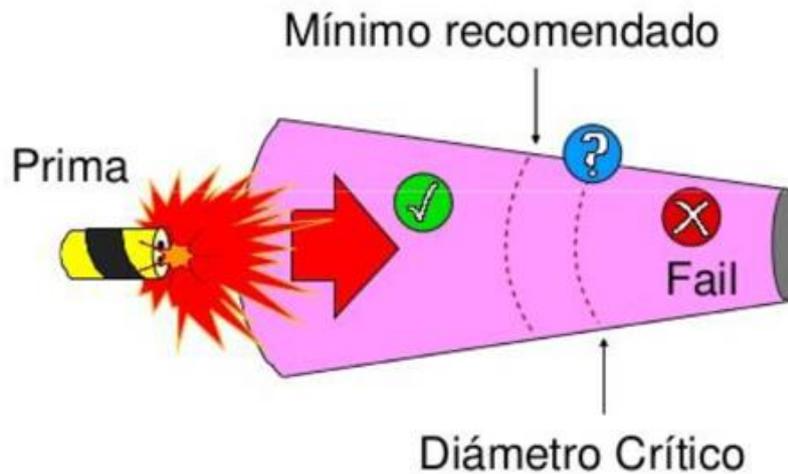
Densidad

Reactividad de sus componentes.

Tamaño de las partículas

Figura 10

Diámetro crítico del explosivo



Sensibilidad

Se trata del indicador que puede estimar cuán fácilmente se inicia una explosión por razones no previstas o fortuitas. Las características sensibles de un material explosivo se encuentran relacionadas enteramente a su perfil de composición en el cual intervienen características moleculares, de densidad, de tratamiento recibido, de confinamiento, además del tamaño y la distorsión de sus elementos cristalizados, la variación de la temperatura entre otros factores. (EXSA, s.f.)

2.2.3. Proceso de reacción físico químico y el tiempo

se considera los siguientes procesos:

Combustión

Cualquier reacción química puede recibir esta definición si se desprende de ella niveles de calor que no necesariamente son percibidos por los sentidos además de producirse en un periodo de tiempo considerablemente lento. (EXSA, s.f.)

Deflagración

Se trata de una reacción exotérmica en la que se transmite la acción de descomposición basada fundamentalmente en una conducción térmica. En

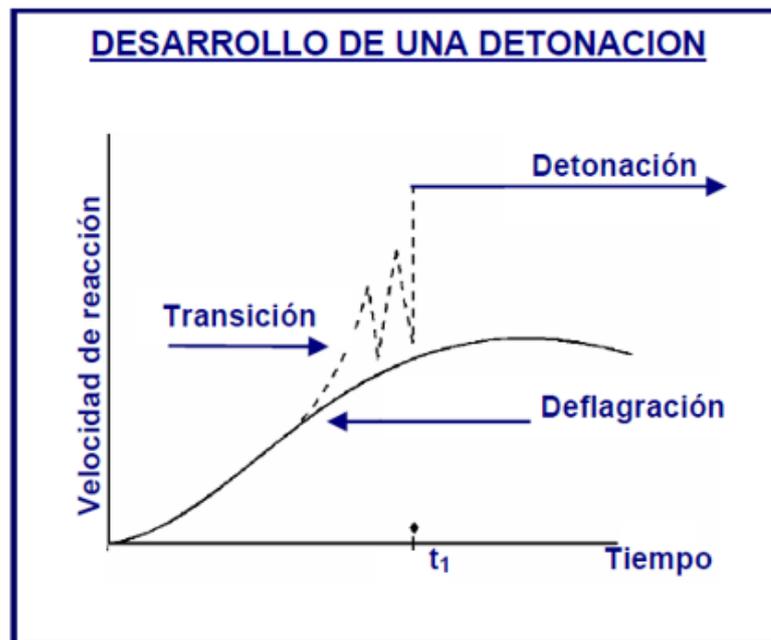
otras palabras, un proceso de deflagración es sinónimo de una combustión rápida (EXSA, s.f.)

Detonación

Se trata de la reacción en términos físicos y químicos Caracterizada por su reacción a grandes velocidades además de la formación y presencia de elementos gaseosos con la consecuente subida de la temperatura. De esta manera dicho proceso presenta una gran fuerza dinámica en expansión la que tiene como resultado ejercer una enorme presión sobre el entorno que circunda a la de detonación. (EXSA, s.f.)

Figura 11

Esquema de detonación del explosivo



2.2.4. Mecanismo de la detonación

El mecanismo detonador genera ondas de choque iniciadoras. El avance de estas ondas a velocidades altas genera una reacción de la masa en un punto inicial, el que paulatinamente se va ampliando hasta que alcance el diámetro total del explosivo. Es en este momento donde la detonación alcanza sus velocidades máximas.

Además, se formará en la parte trasera del frente de choque (FC) una zona de reacción (ZR) el plano de Chapman Jouget (PCJ) limitará esa zona de reacción por medio de temperaturas máximas y presiones de detonación; donde se origina la zona de explosión (ZE) por medio de la descomposición de la masa explosiva que todavía presenta temperaturas y presiones de explosión, muy elevadas). (ENAEX, s.f.)

Figura 12

Proceso de detonación de una carga explosiva



Explosivo rompedor (secundario)

Explosivo iniciador (primario) – detonador

2.2.5. Sustancias explosivas

Se trata de compuestos químicos sensibles a una reacción violenta cuando sus moléculas se disocian para reagruparse en formas más estables posteriormente. Para su clasificación se distinguen las siguientes categorías:

Sustancias Explosivas, primarias o iniciadores.

Sustancias Explosivas, secundarias

Sustancias no Explosivas., susceptibles a detonar (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Sustancias explosivas utilizadas como iniciadores

De acuerdo a su finalidad los detonadores pueden dividirse en primarios y secundarios.

Considerando su alta sensibilidad y su alto poder de energía los primarios deben emplearse como mecanismos de iniciación para poder detonar los secundarios.

Entre estos compuestos se pueden ubicar a los reforzadores y detonadores como: pentrita, azida de plomo, fulminatos, etc. (EXSA, s.f.)

Figura 13

Sustancias explosivas utilizadas como iniciadores



Sustancias explosivas secundarias

Éstos compuestos son los que permitirán el arranque y las roturas de la roca. Por sus características presentan una menor sensibilidad a comparación de los primarios, pero su trabajo útil es de mayor amplitud, por este motivo reciben la denominación de “rompedores”.

Se clasifican explosivos con aplicaciones civiles e industriales y explosivos con aplicaciones militares.

Entre los explosivos con una sensibilidad alta podemos ubicar a:

1. Explosivos especiales
2. Explosivos hidrogel y emulsión sensibilizados
3. Explosivos permisibles o de seguridad para minería de carbón
4. Dinamitas

Por otro lado, existen sustancias no explosivas que pueden detonar

Estos agentes no sensibles de voladura se clasifican en dos grupos:

- a) water gels o acuosos:
 1. Agentes mixtos (emulsión/ ANFO o ANFOs pesados)
 2. Emulsiones
 3. Hidrogeles o slurries
- b) NCN granulares, secos. ANFO y similares

Explosivos industriales

Tenemos:

Dinamita pulverulenta

Exadit 45, Exadit 60 y Exadit 65 con una densidad de 1,00 a 1,05 g/cm³ y velocidad de 3 400 a 3 600 m/s), de una fina consistencia granular, ideal para rocas blandas, friables, en taladros secos (LOPEZ, LOPEZ, GARCIA, 2003)

Figura 14

Dinamita pulverulenta



Dinamita Semigelatinosa

Semexsa 45, Semexsa 60, Semexsa 65 y Semexsa 80 con una densidad de 1,08 a 1,2 g/cm³ y velocidad de 3 500 a 4 500 m/s, con una consistencia granular o pulverulenta, ideal para rocas húmedas y semiduras (LOPEZ, LOPEZ, GARCIA, 2003)

Figura 15

Dinamita Semigelatinosa



Dinamita gelatinosa

Gelatina Especial 75 y 75 BN; Gelatina Especial 90 y 90 BN; Gelignita y Gelatina Explosiva que tiene una densidad de 1,3 a 1,5 g/cm³ y cuenta con una velocidad de 5 000 a 6 500 m/s, además de una consistencia plástica, lo que

eleva su poder triturador para superficies duras y cuenta con una resistencia alta al agua para labores subacuáticas. (LOPEZ, LOPEZ, GARCIA, 2003)

Figura 16

Dinamita gelatinosa



Anfo

En términos generales está compuesto por nitrato de amonio que se sensibilizó usando un elemento orgánico, sólido o líquido con propiedades no detonadoras. Las características que debe presentar el nitrato son oxidación adecuada y forma perlada, de esta manera se garantiza que el agregado combustible se pueda absorber y retener adecuadamente.

Convencionalmente el ANFO más común alcanza el 94,4% nitrato de amonio y un 5,6% fuel oil N° 2. Y puede ofrecer unos 2500 a 3 000 m/s de velocidad y 45 kbar de presión. (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Figura 17

Anfo



Hidrogeles

Son compuestos que no llevan material explosivo dentro de su composición lo cual es permiten no reaccionar con el fulminante lo que los convierte en agentes de voladura hidrogel, papillas explosivas o slurries. Éstos elementos requieren que el cebo se refuerce o en su defecto un primer booster para poder dar inicio a su secuencia de detonación con una velocidad estable. (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Entre sus características más importantes se encuentran: uno de detonación a velocidad alta, una densidad también alta, los cuales elevan enormemente su poder rompedor además de ofrecerles una capacidad resistente al agua. Específicamente por esta característica se presenta como un adecuado sustituto del ANFO, indicado en labores sobre material tenaz o en taladros que presente inundación, incluyendo circunstancias que implique agua dinámica. (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Figura 18

Hidrogel



Emulsiones

Al igual que otros agentes de voladura las emulsiones no presentan elementos explosivos entre sus características, por este motivo necesitan un cebo reforzado de alta presión para poder ser detonados. Este tipo de elementos están indicados para labores con taladros de diámetro medio o grande además de labores en tajo abiertos pues ofrecen una carga de alta densidad de fondo y también pueden ser aplicados a cargas de columnas totales o espaciadas, también se indica para taladros con presencia de agua y en porte perforaciones que presenten rocas muy competentes. (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

Explosivos para la minería de carbón

Este tipo de sustancias son preparadas exclusivamente para operaciones mineras de explotación de carbón, y por ello mismo sus circunstancias presentan ambientes altamente inflamables.

Entre sus principales cualidades se identifican que pueden generar explosiones a bajas temperaturas, para ello se debe adicionar un aditivo o componente que inhiba la llama en este caso se usa algún tipo de cloruro.

En los casos de “seguridad reforzada o de intercambio iónico” se puede reducir la temperatura de explosión usando elementos que reaccionen en el momento de la detonación formando el compuesto inhibidor, con mayor poder refrigerante. (FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., 2018)

2.2.6. Proceso de fragmentación

Podemos mencionar como dice Chiappeta (1992), que este proceso se realiza siguiendo los siguientes eventos.

- Detonación
- Propagación de las ondas de choque o compresivas
- Gases en expansión por efecto de la presión
- Desplazamiento de la roca (CHIAPPETA , 1992)

Etapas del proceso de fracturamiento

Entendemos que se producen tres etapas por efecto de la reacción de los explosivos.

- Etapa 1. Fracturas radiales (Brisance)

Cuando se produce la voladura los explosivos van a producir ondas de choque, cuyas velocidades van desde 3,000 m/s a 5,000 m/s, esto dependerá de varios factores como tipo de explosivo, tipo de roca, ubicación del boosters, diámetro de taladro, velocidad de onda, etc. (CHIAPPETA , 1992)

Figura 19

Fracturas radiales (Brisance)



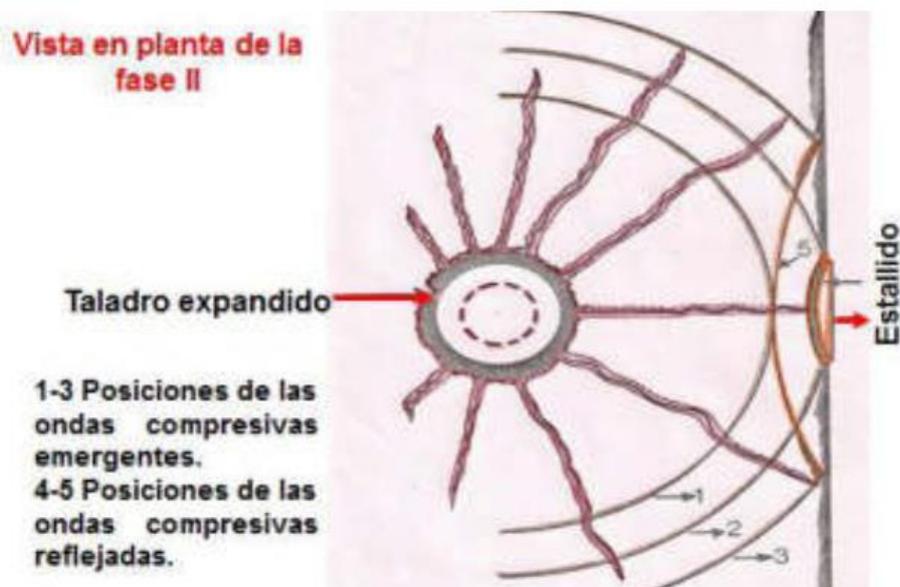
Etapa 2. Empuje hacia adelante (Heave)

La producción de gases hace que se generen ondas compresivas que son reflejadas y refractadas convirtiéndose en ondas de tensión.

El fracturamiento de la roca empieza en la cara libre o en alguna discontinuidad (CHIAPPETA , 1992)

Figura 20

Etapa 2. Empuje hacia adelante (Heave)



Etapa 3. Fragmentación

Es el momento específico dentro de todo el proceso en que se produce la rotura en fragmentos totales del cuerpo de rocas. De la misma manera que en la etapa precedente la roca se desplaza hacia el frente y las ondas de choque restantes serán reflejadas por cara libre nueva como efecto de la compresión de ondas. Después de esta acción se producirá suficiente energía por parte de las ondas descargas como para poder fracturar la pared de rocas que recibió el disparo. El fracturamiento de la roca termina cuando las ondas tensionales se agoten. (CHIAPPETA , 1992)

Figura 21

Etapa 3. Fragmentación



2.3. Definición de términos conceptuales

Distribución de Tamaños

Se trata del tamizaje que permite distribuir. El material en diferentes muestras. Con el objetivo de generar un gráfico. Que nos permita observar los pasantes del material. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Fragmentación

Este proceso requiere de la detonación de un material explosivo sobre un cuerpo de rocas, para ello se necesita coordinar distintos elementos como el

tiempo o secuencia de las detonaciones, las ondas de presión que se generan y los niveles y las dinámicas de la energía térmica, entre muchos otros. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Granulometría

Se trata del tamaño de los distintos elementos particulado que se encuentran distribuidos a lo largo de un agregado, se los selecciona y determina por medio de un análisis de tamizaje.

Malla

Es la distribución que debe conformar el conjunto de taladros para realizar una voladura adecuada. Para su elaboración se debe considerar como base la relación entre el espaciamiento y el burden como condición para el cálculo de la profundidad de los taladros. (EXSA, s.f.)

P80

Son las dimensiones que debe tener una malla que recibirá el 80% del material. (ENAEX, s.f.)

Sistema Split Online

Es la sistematización de forma automática para poder realizar y determinar un análisis granulométrico para ello se usa un sistema de foto diagnóstico que se lleva a cabo en tiempo real. (ENAEX, s.f.)

Split Engineering

Empresa que se dedica a comercializar el Sistema Split Online.

Split Desktop

Muerte realizada que se usa para la determinación de los fragmentos, fue desarrollado por la compañía Split Engineering (ENAEX, s.f.)

Voladura

Es el procedimiento en tres dimensiones por el cual se aprovechan la generación de presiones efectuada por el material explosivo confinado dentro de los taladros que fueron perforados en la pared rocosa. Esta configuración

origina un sector de donde la energía se concentra en altas cantidades para producir dos efectos dinámicos específicos por un lado el desplazamiento y la fragmentación de la materia atacada. (LOPEZ, LOPEZ, GARCIA, 2003)

Factor de carga

Es el método que se utiliza para calcular cuánto explosivo deberá ser empleado para alcanzar el nivel de fragmentación requerido. Es el resultado de relacionar el volumen del material que se requiere fracturar y el peso del explosivo. (LOPEZ, LOPEZ, GARCIA, 2003)

Formulación de la hipótesis

Hipótesis general

El grado de fragmentación está directamente relacionado con los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, permitiendo optimizar dichos procesos, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA

Hipótesis específicas

Hipótesis específica a

Los procesos unitarios de perforación, voladura, están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA

Hipótesis específica b

Los procesos unitarios de carguío, acarreo y pad (lixiviación) están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA

Identificación de variables

Variables para la hipótesis general

Variable independiente

Grado de fragmentación

Variable dependiente

Procesos unitarios de explotación

Variables para la hipótesis específicas

Variable específica a

Variable independiente

Grado de fragmentación

Variable dependiente

Procesos de perforación, voladura

Variable específica b

Variable independiente

Grado de fragmentación

Variable dependiente

Procesos de carguío, acarreo y Pad

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

Al desarrollar la presente investigación podemos realizar una aproximación de tipo científico desde distintos puntos de análisis tiene ese método no será posible abordar una problemática específica del campo minero concentrando nuestra atención en las mallas de perforación. Sin embargo, los resultados que obtengamos de esta problemática nos podrán parecer distintos si realizamos su aplicación en otras circunstancias o desde otras especialidades. Este aspecto demuestra que nuestra actitud científica puede ser enfocada desde una perspectiva distinta desde la cual inicialmente la planteamos. en esas condiciones deberemos considerar un juicio o una evaluación distinta a nuestra manera de abordar el problema inicialmente. Esto nos muestra que la labor científica puede resultar compleja si se la abarca desde un punto de vista restringido. Es por ello que en la siguiente investigación debemos ocupar el lugar del investigador científico más cercano al área del desarrollo de nuestro tema es decir al área minera.

En ese sentido para abordar la problemática específica que nos presenta la actividad minera tenemos de nuestro lado al quehacer científico como y aunque debemos ser conscientes de que existen distintos modos para aproximarnos a una problemática como y cada 1 de ellos pueden ser legítimos y mostrar resultados efectivos. Es por ello que debemos ser conscientes de que el camino científico no es el único que nos ayudará a entender los fenómenos del mundo, sin embargo, este camino nos puede ofrecer métodos para corroborar y validar nuestras evidencias y además pensar nuestro lugar dentro de la problemática específica. Es por ello que el método científico cobra importancia vital para este tipo de investigaciones debido a que nos permite ubicarnos por encima de nuestros juicios personales e incluso sociales y culturales para poder establecer conocimientos que puedan ser aceptados por su carácter neutral y abstracto y que además respondan directamente a las cuestiones que la problemática específica plantea.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Esta propuesta investigativa será de tipo APLICADA porque haremos uso de conocimientos sobre análisis de fragmentación para poder conocer la calidad de fragmentación después de la voladura y poder ver la relación que hay con la perforación, voladura, carguío, acarreo y pad y seguir con el proceso de mejora como se menciona en: “centra su esfuerzo en la posibilidad de concretar las teorías generales en práctica cotidiana de manera que se destinen los distintos recursos en resolver las necesidades que presentan las personas y sus sociedades” (BAENA , 2017)

3.2. Nivel de investigación

El nivel será explicativo porque buscaremos la relación entre la fragmentación y los procesos de perforación, voladura, carguío, acarreo y pad

3.3. Características de la investigación

Al realizar un seguimiento y control de la voladura en la Compañía minera Aurífera Santa Rosa – Comarsa, se ha encontrado con problemas de costo deficiente de explotación.

Vemos que la voladura en este sistema de explotación es una de las actividades más importante y su control es primordial sin embargo se produce desviación al no controlar el grado de fragmentación de la roca lo cual es un factor negativo dentro de los costos unitarios en el proceso.

3.4. Método de investigación

El método a emplear será siguiendo los lineamientos del método científico relacionado con los métodos analítico, deductivo, como dice Tamayo “la metodología científica es un procedimiento para develar los factores condicionantes en que se presentan sucesos específicos, se caracteriza en términos generales por ser tentativa, verificable, y plantear un razonamiento basado en el rigor y en la observación empírica” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003)

3.5. Diseño de investigación

El diseño a emplear será el diseño no experimental transversal porque no haremos cambios en las variables de estudio en un momento determinado, como dice “son aquellos que se ejecutan en un momento específico con la finalidad de analizar un fenómeno que sucede en la actualidad” (SANCHEZ, REYES, MEJIA, 2018)

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

El grupo poblacional lo constituyen todas las labores de explotación donde se realiza la voladura en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA.

3.6.2. Muestra

La muestra está constituida por el banco 339 del tajo Tentadora en la mina COMARSA

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó en nuestra investigación lo siguiente

3.7.1. Técnicas

Dentro de las principales técnicas a emplear en nuestra investigación son:

- Análisis documental
- Observación directa
- Entrevista no estructurada

3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos a usarse serán:

- Guía de Análisis Documental
- Guía de Observación
- Como materiales se usará todos los accesorios de voladura, equipos de perforación, software wipfrag, computadora.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Contando con los datos recopilados u obtenidos en la mina, o archivos de las distintas áreas se procedió a procesar los datos, con la finalidad de generar resultados de nuestra investigación.

Para lo cual seguimos los pasos siguientes:

- Validación de datos: eliminación de datos incorrectos
- Codificación de datos: codificación de resultados
- Alimentación de datos al programa Excel
- Procesamiento de datos por el software wipfrag
- Presentación de resultados

3.9. Orientación ética

Durante la realización del proyecto y del desarrollo de la tesis trataremos de seguir los principios de respeto a la dignidad humana, principio a la intimidad, derecho a la confidencialidad, a la veracidad y a los principios éticos de la profesión.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Aspectos generales de la mina

Ubicación

El yacimiento minero Santa Rosa, propiedad de la Cía. Minera Aurífera Santa Rosa (COMARSA), esta localizado en el poblado Pampa Larco, que pertenece a Angasmarca como capital distrital, y a nivel provincial a Santiago de Chuco, en la región departamental de La Libertad, en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes.

Accesibilidad

Las operaciones son accesibles de la ciudad de Trujillo, tomando como vía de acceso la carretera afirmada de 2do orden, que abarca 160 Km. hasta las operaciones de la unidad minera. Entre las opciones de acceso terrestre tenemos las siguientes:

Lima - Chimbote - Pallasca - Mollepata - Mina

Lima - Trujillo - Quiruvilca - Quesquenda - Mina

Lima - Trujillo - Santiago de Chuco - Angasmarca - Mina

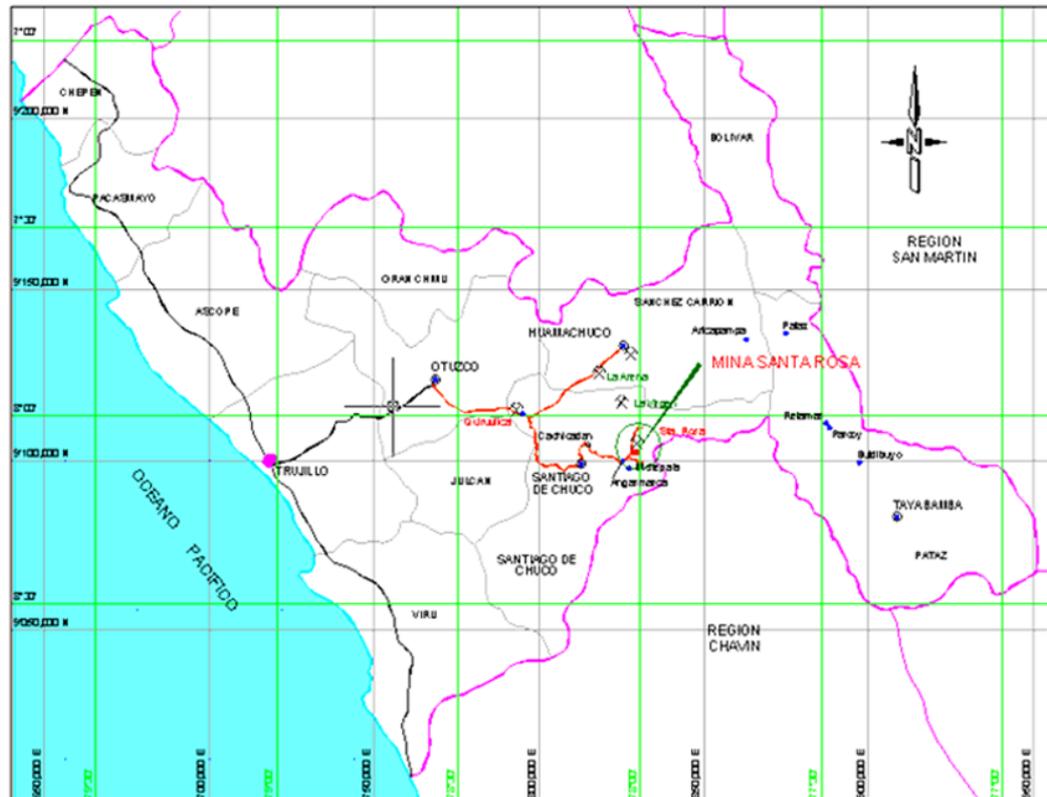
En cambio, por avión se puede acceder desde la ciudad de Lima hasta al Altipuerto de Tulpo, y a partir de aquí por vía terrestre son aproximadamente

18 Km. hasta la unidad minera, demorando el recorrido una hora aproximadamente.

Además, desde el pueblo de Angasmarca hay una carretera en un tramo de 9 Km. que conduce a la mina.

Figura 22

Ubicación de la mina



4.1.2 Minería

Método de explotación

El tajo abierto es el método usado en estas operaciones. En ese sentido, excavadoras hidráulicas y cargadores frontales se encargan de las labores de carguío de mineral y desmonte, en cambio se usan Volvo – FMX y Scania - 460, ambos de 15 m³ para las labores de acarreo.

Parámetros de diseño

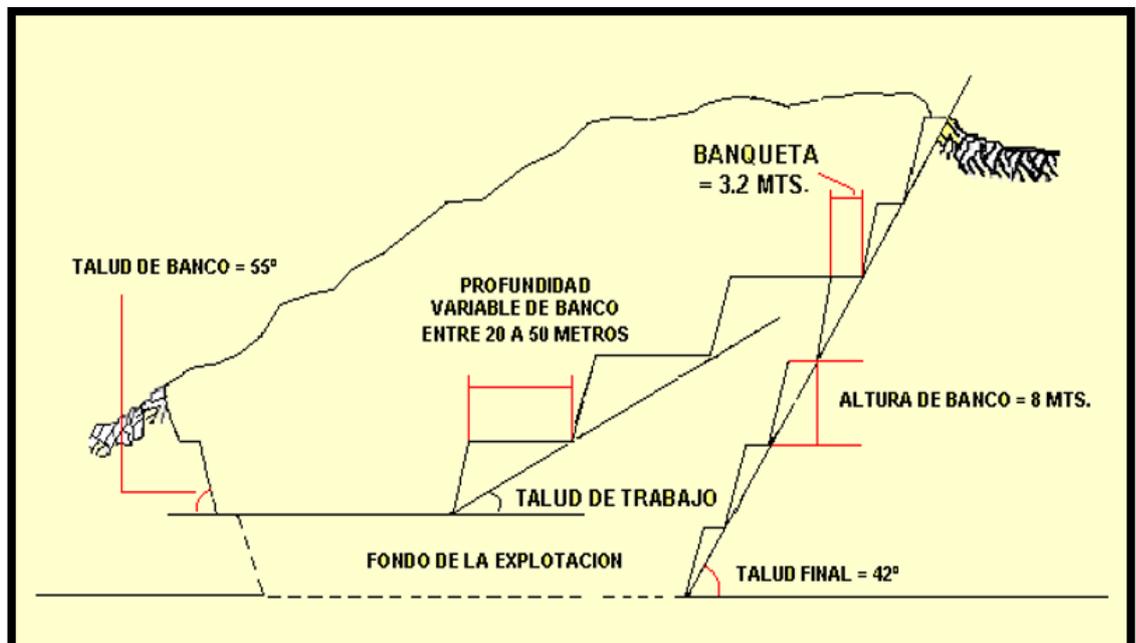
Parámetros técnicos

Tenemos dentro de los principales:

- **Talud de Banco**, Es el ángulo que forma la horizontal de 55° con la orientación lineal que parte en la cresta del canco hasta el piso se traza. El talud mínimo que se determina alcanza de 0.7: 1 para bancos de 8 metros de altura.
- **Talud de Operación**, Si se mantiene una relación de talud del tajo de 1.1: 1. se podrá trabajar la operación con un ángulo 42° actualmente.
- **Taludes Relativos de Bancos Operativos con Anchos Variables**,
- Existen distintas relaciones debido a que la sección ancha de los bancos varía de acuerdo al diseño que se sigue en ciertos sectores del tajo; de las cuales depende de las característica o la estructura a lo largo y ancho de los tajos.

Figura 23

Parámetros técnicos en COMARSA



Parámetros operativos de diseño

- **Banquetas, o Bermas de Operación**, su definición está establecido por el ángulo de operativo a partir del diseño. En términos generales son de 3.2m desde el pie de un banco superior a la cresta de un banco Inferior en las operaciones de COMARSA.

- **Muro de Seguridad**, deben ser las $\frac{3}{4}$ partes de la llanta debido al reglamento general la altura de los Muros de Seguridad, partiendo de ello en COMARSA se determinó que la altura estándar alcance el 1.20 m.
- **Rampas**, debido a los diseños se determinaron rampas con 12 metros de ancho siguiendo el máximo ancho de 2.5 metros que presenta los equipos de transporte de material, por ellos se permite el pase para tres unidades de acarreo. Para el caso de sus gradientes y pendientes puede haber una variación entre 10% a 15%, por el uso de volquetes de 15m³ de capacidad, se trata de equipamiento con un peso inferior de otras operaciones mineras.
- En cuanto al radio de curvatura de las vías y rampas en los cambios de dirección de las rutas en COMARSA, se tiene un radio promedio de 2 veces el ancho más la cuarta parte del mismo, con 7 km/hr como velocidad mínima.
- Todos los radios de las curvaturas que descienden de una rampa o vía deben tener un peralte que equilibre las fuerzas centrífugas y gravitacionales que origina la velocidad del equipo de acarreo, la altura de estas debe alcanzar los 0.30 metros, por otro último, la longitud dependerá de cual será el destino fijado.

Perforación

Se trata de operación unitaria inicial dentro del proceso de explotación en minas, su finalidad principal es realizar taladros con un diámetro establecido y con distintas profundidades siguiendo los diseños planificados.

La perforación en COMARSA se trabaja mediante empresas especializadas, para lo cual se cuenta con 5 perforadoras cuyas características son las siguientes:

- Rango de Perforación: φ de 5 1/8 " a 7 7/8"
- Capacidad de Compresor: 1050 cfm
- Rotación del cabezal: 200 rpm.

- Capacidad de Pull Down: 45000 lb.

En COMARSA trabajamos con los siguientes parámetros:

- SISTEMA DE PERFORACION: MARTILLO DE FONDO (DTH)
- TIPO DE PERFORACION: MULTIPASS
- DIAMETRO DE PERFORACION: 6 1/8"
- DIAMETRO DE BARRENO: 4.5 PULG.
- LONGITUD DE BARRAS: 9 m

Figura 24

Perforadora DM45E

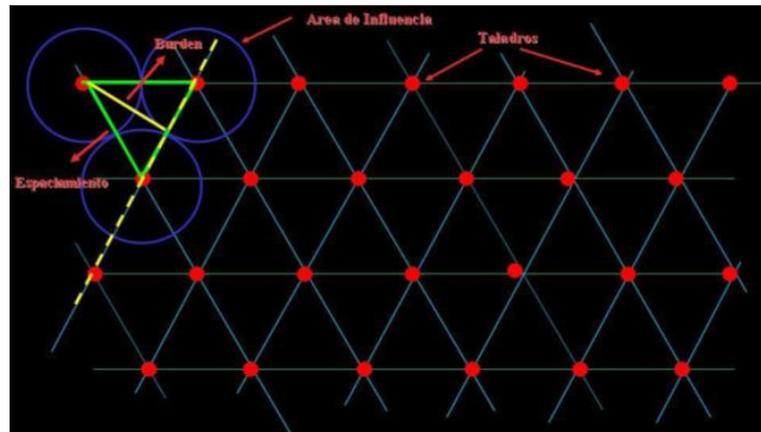


Diseño de la malla de perforación

El diseño es una malla triangular equilátera

Figura 25

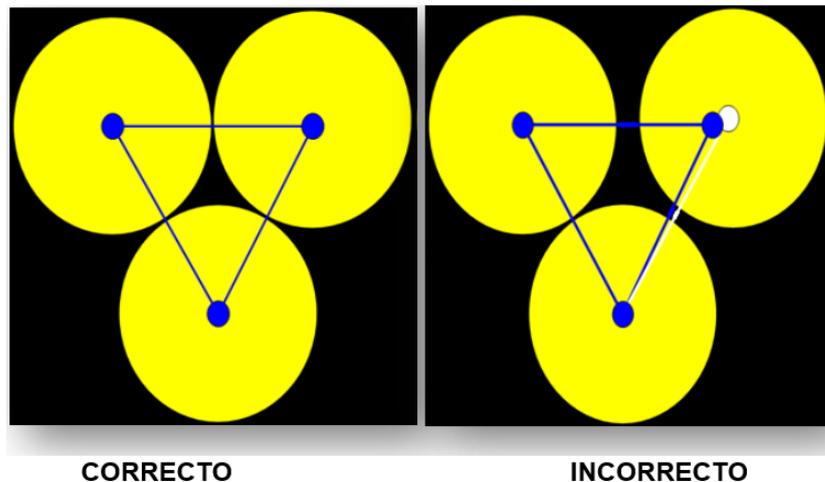
Malla triangular equilátera



TOPOGRAFIA: coloca los límites de rotura, cresta y relleno si es necesario; luego procede a levantar topográficamente la malla de perforación

Figura 26

Ubicación de los taladros en forma correcta e incorrecta



Voladura

Se trata de la segunda operación unitaria que tiene por finalidad fragmentar la masa rocosa hasta unas dimensiones adecuadas para que las labores del equipo de cardio se realicen eficientemente, así como las labores de los pads.

En COMARSA se utiliza actualmente el Explosivo SAN – G (Solución acuosa Nitrogenada) que sirve para reemplazar a las mezclas denominadas

“ANFO pesado” o “Heavy ANFO”, que se componen en proporciones distintas de ANFO (Nitrato de amonio y petróleo Diesel) y se le añade un elemento emulsionante de uso convencional. Por razón las operaciones de voladura que llevan emulsiones gasificadas pueden prescindir completamente del usar el nitrato de amonio y petróleo.

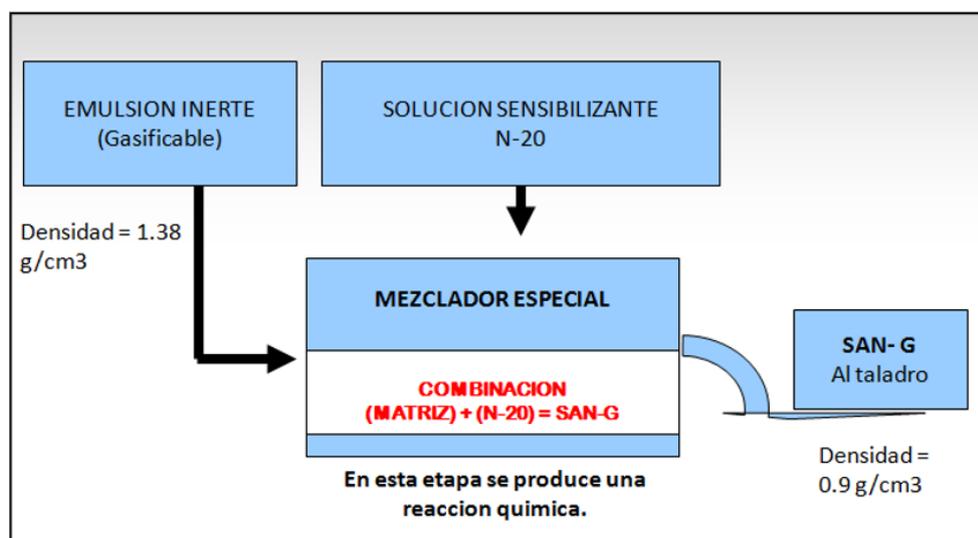
La emulsión gasificada tiene una reacción al entrar en contacto con una solución básica que la sensibiliza a nivel químico, este efecto se produce previamente a que sean cargados usando los camiones de fábrica. Entonces proceso de clasificado comienza y es completado al interior de los taladros, con lo cual se reduce su densidad de 1.35 – 1.38 a 0.90 –0.93 g/cm³. También se produce una reducción en el consumo de explosivos en un 18%, a diferencia del ANFO pesado.

Luego de pasados 30 minutos de la labor de carío se obtendrá finalmente la altura necesaria para la columna explosiva por acción del esponjamiento obtenido en relación al taco final y al diseño de cargas.

Por otro lado, se debe señalar que su potencia rompedora permite realizar una ampliación de la malla de perforación.

Figura 27

Esquema simplificado del proceso de gasificación



Para garantizar un buen rendimiento del SAN-G, es necesario controlar durante el carguío su temperatura y densidad final, ajustando previamente el porcentaje de N-20.

Asimismo, se debe controlar los kilos a despachar por taladro, en función del taco de diseño y del factor de esponjamiento del agente

Figura 28

Control de la densidad SAN – G



Finalmente se debe esperar por lo menos 30 minutos para que el explosivo esponje el 20% requerido, antes de colocar el taco.

Carguío

Teniendo los accesorios y la emulsión se procede con el carguío, en esta operación se trabaja en conjunto con el operador del camión fabrica y su ayudante, este último conecta el booster y el fanel dual, es decir se toma el extremo del fanel dual que cuenta con el fulminante libre y se conecta con el booster, en otras palabras, se “prima”, de tal forma que cuando se procede al carguío del taladro se introduce ambos, teniendo cuidado de que este tensado

Figura 29

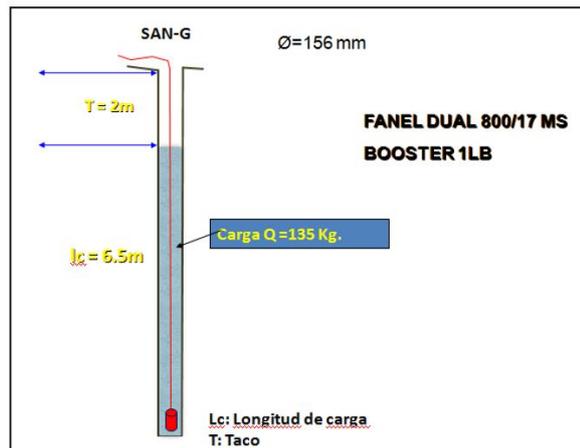
Camión fabrica cargando SAN – G



Diseño de carga

Figura 30

Diseño de carga Fanel dual 800/17 MS, booster 1 lb.



- **Tapado y Amarre**

Se llena todo el taco en su longitud con los detritus o lodos de la perforación y se procede a unir fanel con fanel por el conector que tenemos a un extremo.

Para elegir un tipo de amarre se toma en cuenta diversos aspectos como cuidar el talud, la vía, etc.

Figura 31

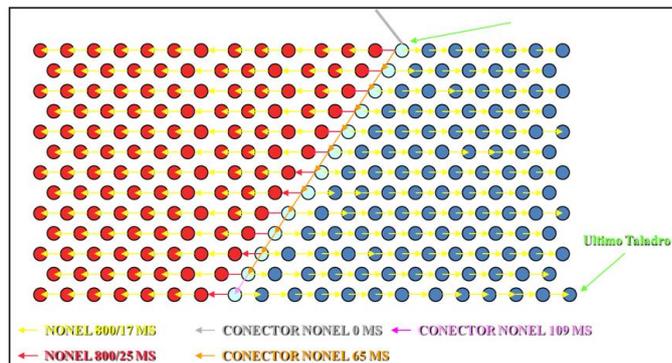
Tapado y amarre del taladro



Los amarres pueden ser de diferentes tipos como filas o en V, y para darle la secuencia optima se colocan los retardos entre fila y fila, además dependiendo del proyecto se utiliza un CTD “cero” que inicia la secuencia de salida, también se puede usar el cordón detonante para iniciar varios proyectos, por otro lado, para el chispeo se utiliza la mecha de seguridad.

Figura 32

Amarre en “V”



4.1.3 Principales actividades de mina que involucran una óptima fragmentación

En el proceso de operaciones mina de COMARSA, la actividad de Perforación viene a ser Proveedor de la actividad de voladura y esta Última viene a ser Proveedor de Carguío de acarreo y lixiviación. Para satisfacer a sus clientes voladura de rocas tiene que abastecer de material (Mineral y/o

desmante) con una óptima fragmentación la que permita Tener un carguío y acarreo eficiente sin demoras (en caso de frentes duros o presencia de bolonería) para no incurrir en sobre costos.

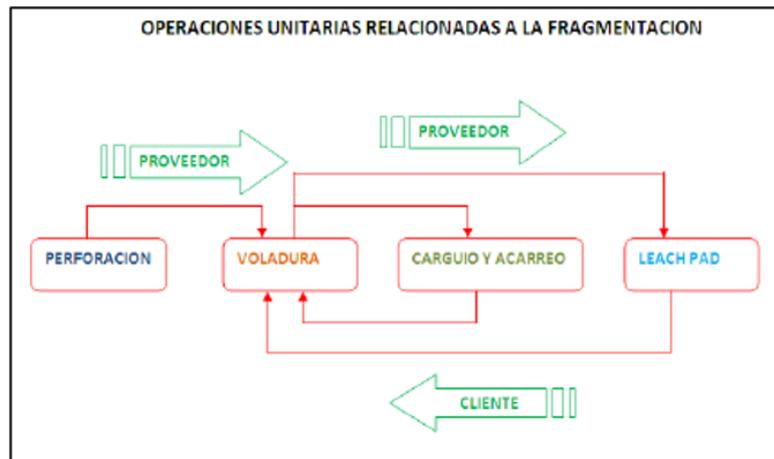
Por otro lado, la cinética hidrometalurgia (Recuperación) será más acelerada si la fragmentación que llega al Pad es Óptima, de no ser así la empresa tendrá que esperar un poco más para obtener ganancias, esto se refleja en el ROM que es el indicador económico que nos indica el nivel de la rentabilidad económica de la empresa en relación con la capitalización en bolsa.

El impacto que supone el método de fragmentación por voladura de roca sobre el comportamiento económico de la mina, debido a que por medio de él se puede asegurar un óptimo desarrollo de las operaciones ROM (Run Of Mine), con ese objetivo es necesario distribuir adecuadamente de acuerdo a las dimensiones del material buscando maximizar el de desempeño de los posteriores procesos que se llevarán a cabo.

$$ROM = \frac{\text{BENEFICIO DE LA EMPRESA}}{\text{CAPITALIZACION BURSATIL}}$$

Figura 33

Operaciones unitarias relacionadas a la fragmentación



Aquí describiremos las Operaciones Unitarias que se relacionan con la FRAGMENTACIÓN y por consiguiente con la VOLADURA DE ROCAS.

Perforación

La perforación en COMARSA se realiza con Perforadoras DM45E Ingersold Rand (Ahora perteneciente a Atlas Copco). Las Características de Esta perforadora es la siguiente:

- Rango de Perforación: ϕ de 5 1/8 " a 7 7/8"
- Capacidad de Compresor: 1050 cfm
- Rotación del cabezal: 200 rpm
- Capacidad de Pull Down: 45000 lb.

Figura 34

Perforadoras DML45E – IR



Proceso de perforación y voladura:

- Marcación de la línea de Rotura y Toes.
- Marcación de la malla en base a la Rotura y Toe.
- Levantamiento de las cotas por el topógrafo de cada taladro, dicha profundidad se colocará en tarjeta debajo de la chuta para que el muestreo pueda guiarse al momento de la perforación del taladro.
- Perforación por la DML45E.
- Wincheo de c/u de los taladros si en caso tuviese menos de lo pedido de la tarjeta se colocará una chuta el indicará que el taladro está tapado (Reperforación) y si esta con agua el taladro se colocará un Booster parado.

Este chequeo y corrección se indicará tanto al controlador de la perforadora y al jefe inmediato.

- Carga de los explosivos por parte del camión fabrica Auger y la persona que se encarga de cargar los taladros, regulando el explosivo en %, aumentando o disminuyendo la carga explosiva, siempre cuidando que el camión no pise los faneles u otro accesorio.

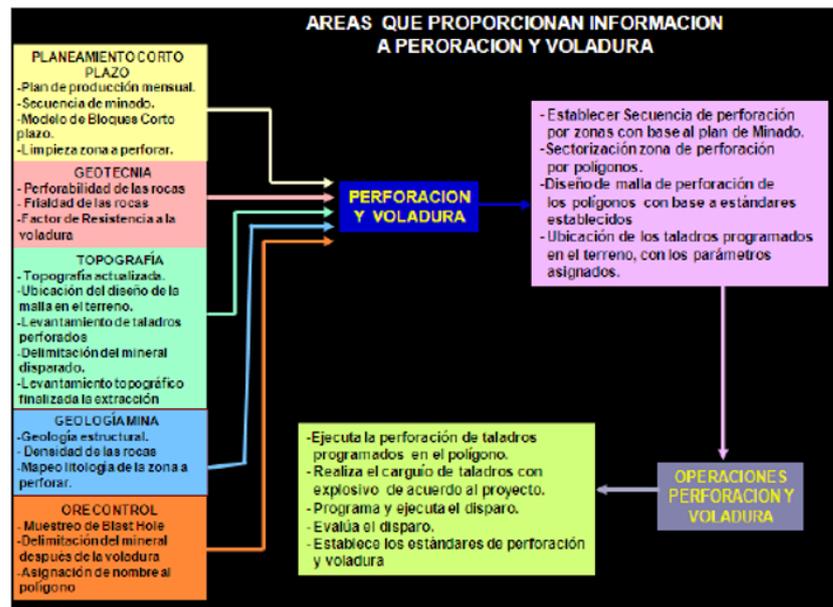
- Tapado de los taladros con material bien confinado evitando meter rocas grandes.
- Amarre de la malla según el criterio para donde se quiera salir la cara libre o la formación de la cara libre, este amarre está dirigido por el jefe de perforación y voladura.
- Chequeo de la malla (Mínimo 2 veces), si se presentara malas conexiones o cables quebrados se procederá a sustituirlos.
- Aviso al jefe de Guardia Mina O1 del chequeo concluido para chispeo.
- Amarre de la mecha de seguridad.
- Aviso al Jefe de Guardia Mina O1 para la iniciación de chispeo.
- Corte de la mecha de seguridad e inicio de chispeo con un fósforo.
- Retiro del lugar a una zona segura (mínimo: 500m) de la zona de disparo.
- Aviso de chequeo al jefe de Guardia Mina O1
- Chequeo respectivo de la zona ya disparada.
- Luz verde al jefe de Guardia Mina O1 por parte de Voladura para el ingreso de los equipos de limpieza y carguío.

Parametros De Perforación

El ESPACIAMIENTO y BURDEN de voladura debe ser seleccionado de una forma adecuada con especial atención a las condiciones locales que presenta el material rocoso además de cuidar los espaciamentos tres fracturas. Este criterio resulta especialmente importante cuando las fracturas se encuentran espaciadas en intervalos de 01 a 05 metros. En caso que existan bloques que no presenten perforaciones, éstos rodarán hacia la parte exterior sin poder ser fragmentados, por lo cual se producirán inconvenientes en la labor en general.

Figura 35

Áreas que proporcionan información a perforación y voladura



Voladura

En COMARSA se utiliza el Explosivo SAN – G (Solución acuosa Nitrogenada) que sirve para reemplazar al denominado “ANFO pesado” o “Heavy ANFO”, para ello existen distintos puestos de acuerdo a sus proporciones, de ANFO (Nitrato de amonio y petróleo Diesel) y se le añade un elemento emulsionante de uso convencional. Por razón las operaciones de voladura que llevan emulsiones gasificadas pueden prescindir completamente del usar el nitrato de amonio y petróleo.

La Emulsión gasificada tiene una reacción al entrar en contacto con una solución básica que la sensibiliza a nivel químico, este efecto se produce previamente a que sean cargados usando los camiones de fábrica. Entonces proceso de clasificado comienza y es completado al interior de los taladros, con lo cual se reduce su densidad de 1.35 – 1.38 a 0.90 – 0.93 g/cm³. También se produce una reducción en el consumo de explosivos en un 18%, a diferencia del ANFO pesado.

Luego de pasados 30 minutos de la labor de carío se obtendrá finalmente la altura necesaria para la columna explosiva por acción del esponjamiento obtenido en relación al taco final y al diseño de cargas.

Por otro lado, se debe señalar que su potencia rompedora permite realizar una ampliación de la malla de perforación.

Figura 36

Emulsiones gasificada SAN – G bombeable



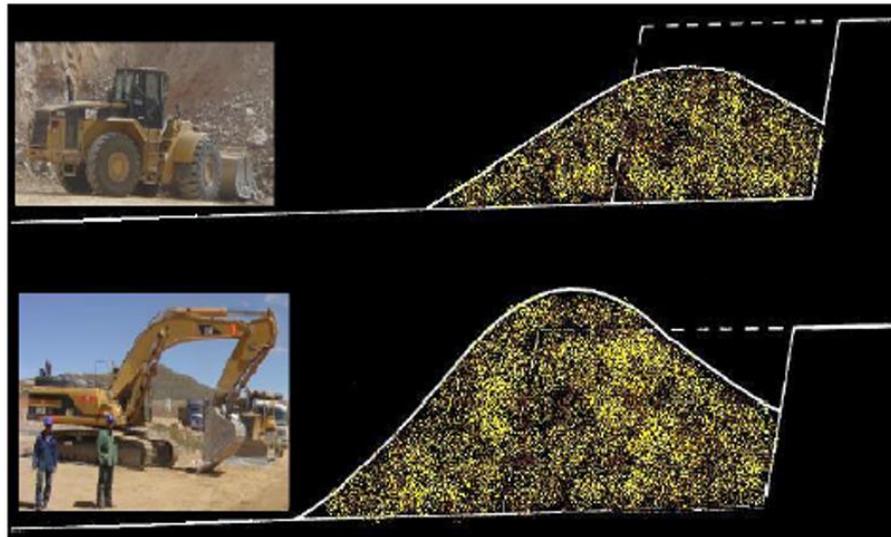
Carguío y acarreo de mineral (áreas a cargo: operaciones mina y control de equipos)

COMARSA se encuentra Minando actualmente 05 Tajos en los cuales cada uno tiene características litológicas, geológicas, relieve etc. totalmente diferentes en los cuales las condiciones de trabajo son más arduos en algunos tajos por ejemplo en Tentadora y Seductora donde la roca es muy dura y los neumáticos de los equipos de Carguío y acarreo están sometidos a alta abrasividad por la presencia de cuarcita con silicificación moderada a considerable, así mismo a esfuerzos debido a la profundidad de la Corta por lo que presenta rampas con altas pendientes. En Cochavara la presencia de arcillas dificultan el carguío y acarreo en tiempo de invierno, los equipos patinan

por otro lado en el tajo Sacalla es notable la presencia de carbón, por su composición retienen agua que incrementa el volumen durante el transporte.

Figura 37

Apilamiento de material teniendo en cuenta el equipo de carguío



Lixiviación

Lixiviación - (areas PAD y planta)

En mina COMARSA se lleva a cabo el proceso de lixiviación llamado MINE TO PAD (Fragmentación para lixiviación sin chancado) con el proceso mencionado se está obteniendo una buena recuperación con material fragmentado, logrando un tamaño de 4.81 pulgadas.

Este proceso es similar al MINE TO MILL, la diferencia es que la roca sin moler ni chancar presenta microfracturamiento diferencial.

Conforme pase el tiempo se implementaron nuevas técnicas y nuevos productos de voladura para la mejora en la fragmentación uno de ellas es Utilización del nuevo Explosivo Gasificable SAN-G con el cual se ha logrado incrementar la recuperación del mineral fragmentado (Fuente: Investigación Metalúrgica COMARSA) y optimizando los rendimientos de carguío y acarreo.

4.1.4 Análisis granulométrico valorado del mineral de los tajos de Tentadora (banco 395), Cochavara (banco 446 y 434) y Clarita (banco 438)

Determinaremos la distribución contenidos de oro en los diferentes tamaños de mineral que son transportados del Tajo hacia los Pads de Lixiviación.

Toma y preparación de la muestra

La toma de muestra se ha realizado en el Pad, en módulos de descarga de mineral, con el apoyo de una retroexcavadora se homogenizo y cuarteo hasta obtener una muestra representativa, posteriormente se procede a separar los fragmentos del mineral en tamaños de 8, 6, 4, 2, 1 y -1 pulgada, la reducción de tamaño para el análisis químico se realiza utilizando chancadoras de quijada, chancadoras de rodillo y pulverizador, finalmente la muestra es enviado a ser analizado por oro y plata en Laboratorio Químico.

Resultados

Tajo Tentadora

En la tabla N° 1 se muestra el análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Tentadora Banco 395

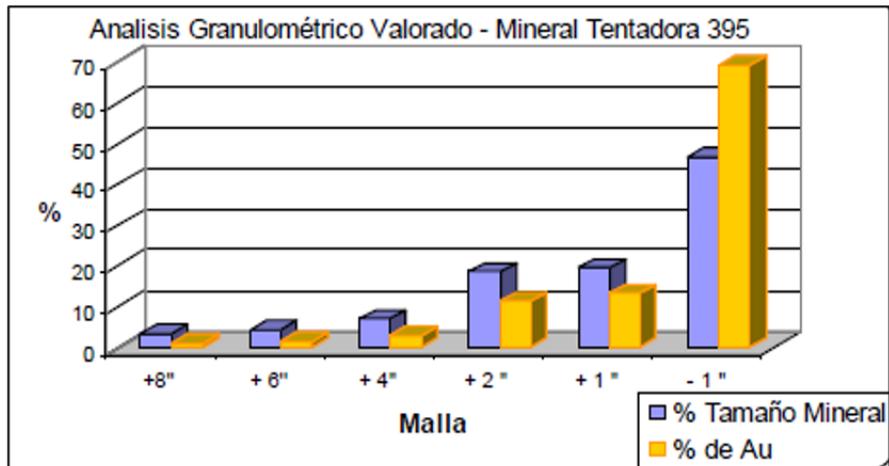
Tabla 3

Análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Tentadora Banco 395

TENTADORA 395								
MALLA #	PESO kg	PESO %	ENSAYE (gr/Tm)		CONTENIDO	CONTENIDO	% DISTRIBUCION	
			Au	Ag	FINO Au	FINO Ag	Au	Ag
+8"	89	3.3	0.05	1.16	0.17	3.89	0.63	3.93
-8 + 6"	120.00	4.5	0.10	0.79	0.43	3.55	1.57	3.59
-6 + 4"	188.80	7.1	0.12	1.01	0.85	7.17	3.09	7.25
-4 + 2"	493.80	18.6	0.17	0.90	3.15	16.70	11.44	16.88
-2 + 1"	521.60	19.6	0.19	0.81	3.72	15.95	13.51	16.13
- 1"	1248.00	46.9	0.41	1.10	19.23	51.67	69.76	52.23
TOTAL	2661.20	100.0	0.28	0.99	27.56	98.93	100.00	100.00

Figura 38

Análisis granulométrico valorado – mineral Tentadora 395



En la gráfica, se distinguen ampliamente que los porcentajes de minerales y de oro se ubiquen en las mallas con dimensiones menores a 4 pulgadas.

Tabla 4

Tamaño promedio geométrico en micras y pulgadas

Tamaño	(%) Acum.	Tamaño	Tamaño
	Fino	(micras)	(pulgadas)
Tamaño promedio	50	51894	2.04
Tamaño Maximo	100	220317	8.67
Tamaño K80	80	138325	5.45

Tajo Cochavara

En la tabla N° 3 se muestra el análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Cochavara Banco 446 y 434

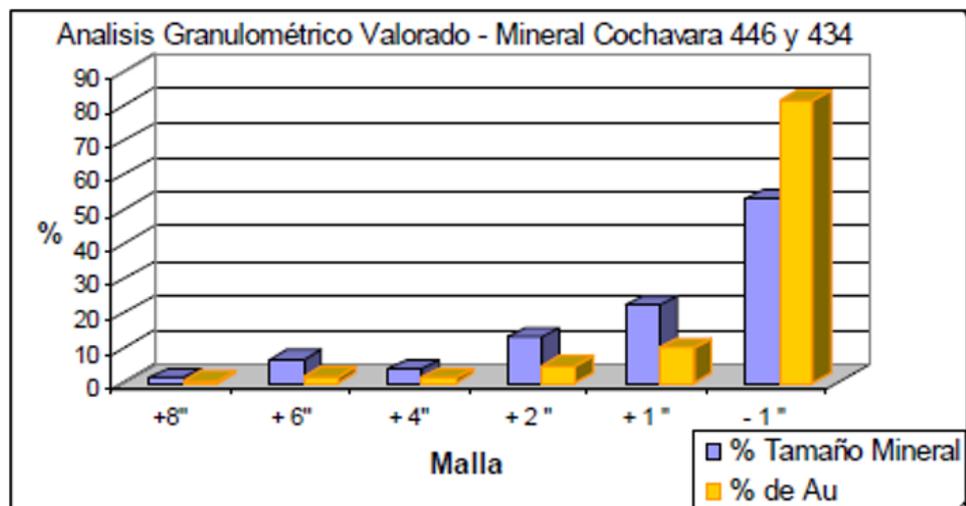
Tabla 5

Análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Cochavara Banco 446 y 434

Tamaño	(%) Acum.	Tamaño	Tamaño
	Fino	(micras)	(pulgadas)
Tamaño promedio	50	51894	2.04
Tamaño Maximo	100	220317	8.67
Tamaño K80	80	138325	5.45

Figura 39

Análisis granulométrico valorado – mineral Cochavara 446 y 434



La Grafica N° 2: se distinguen ampliamente que los porcentajes de minerales y de oro se ubiquen en las mallas con dimensiones menores a 4 pulgadas.

Tabla 6

Tamaño promedio geométrico en micras y pulgadas

Tamaño	(%) Acum.	Tamaño	Tamaño
	Fino	(micras)	(pulgadas)
Tamaño promedio	50	37093	1.46
Tamaño Maximo	100	215154	8.47
Tamaño K80	80	122172	4.81

Tajo Clarita.

En la tabla N° 5 se muestra el análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Banco 438

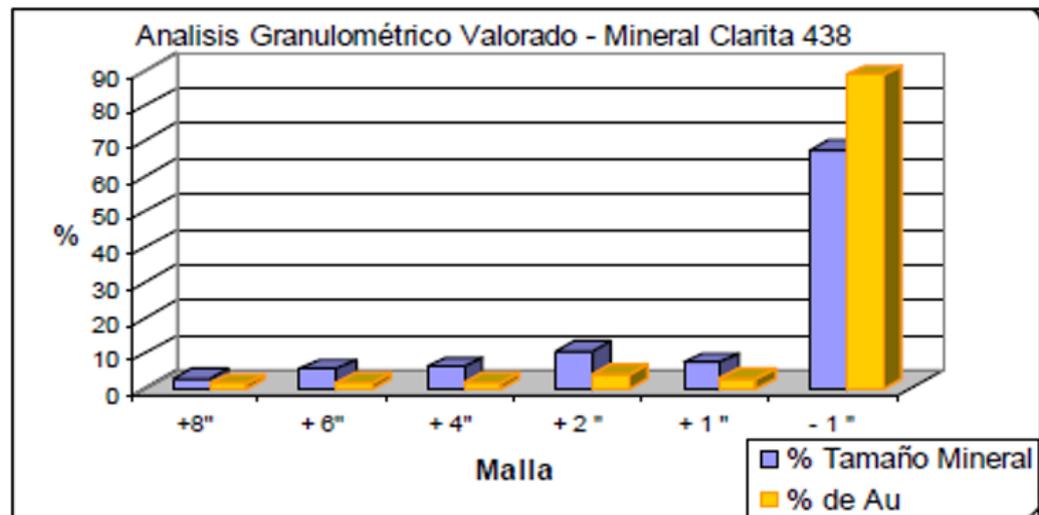
Tabla 7

Análisis granulométrico y químico de mineral del Tajo Clarita Banco 438

CLARITA BANCO 438								
MALLA #	PESO Kg	PESO %	ENSAYE (gr/Tm)		CONTENIDO	CONTENIDO	% DISTRIBUCION	
			Au	Ag	FINO Au	FINO Ag	Au	Ag
+ 8"	112.4	3.0	0.087	0.57	0.26	1.69	1.39	2.20
-8 + 6"	206	5.4	0.057	0.38	0.31	2.05	1.67	2.66
-6 + 4"	232	6.1	0.050	0.38	0.31	2.30	1.65	3.00
-4 + 2"	400	10.6	0.071	0.38	0.75	4.00	4.05	5.21
-2 + 1"	275	7.3	0.067	0.38	0.49	2.76	2.63	3.58
-1"	2560	67.6	0.243	0.95	16.43	64.11	88.61	83.36
TOTAL	3785.60	100.0	0.185	0.769	18.54	76.91	100.00	100.00

Figura 40

Análisis granulométrico valorado – mineral Clarita 438



La Grafica N°3: Es notable que el mayor porcentaje de mineral y oro se encuentra en las mallas menor a 4 pulgadas.

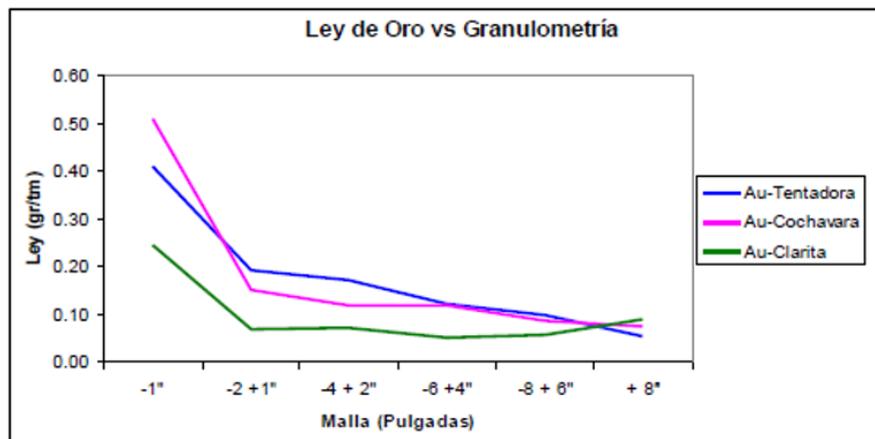
Tabla 8

Tamaño promedio geométrico en micras y pulgadas

Tamaño	(%) Acum.	Tamaño	Tamaño
	Fino	(micras)	(pulgadas)
Tamaño promedio	50	15572	0.61
Tamaño Maximo	100	263718	10.38
Tamaño K80	80	106042	4.17

Figura 41

Ley (gr/tm) de oro en cada granulometría del mineral, para los 03 Tajos.



Resumen de los resultados

- Los resultados obtenidos en el análisis granulométrico muestran que los valores en mayor porcentaje tanto en peso de mineral como contenidos de Oro se encuentran en las mallas menores a 1 pulgada, y la diferencia se distribuye en los tamaños superiores. (Tabla y Grafica N° 1,1; 3,2; 5,3 respectivamente).
- Para estas muestras se determinó el tamaño promedio geométrico en pulgadas, obteniéndose valores granulométricos de K80 de 5.41 pulgadas para Tentadora (395), 4.81 pulgadas para Cochavara (446 y 434) y 4.17 pulgadas para Clarita 438(Tabla N° 2, 4 y 6).
- Los resultados de los valores de oro en (gr/ tm) tiende a disminuir en cuanto se incrementa la granulometría, obteniéndose valores de oro en los tamaños mayores a 8 pulgadas cercanos a leyes de 0.05 gr/tm. (Grafica N° 4).
- El resultado que se registra es el obtenido para muestras que se tomaron en los días indicados, por lo cual se consideran, los valores óptimos en cuanto al nivel granulo métrico, el que se debería estandarizar por medio de controles y supervisiones en el sector de carguío.

Cinética Metalúrgica: se trata del lapso temporal que se demora para la recuperación del 60% del metal que en nuestro caso es material aurífero de la mina COMARSA. A nivel cinético este resultado representa un parámetro determinante para poder establecer el grado de fragmentación adecuado. En ese sentido la relación que existe entre el tiempo de recuperación y el nivel de fragmentación es directamente proporcional debido a que a menor fragmentación el tiempo de recuperación también será menor, lo cual se reflejará en las ganancias por operación debido a que los tiempos operativos se reduce con lo cual se puede incrementar el valor bursátil de la compañía.

Algunos resultados de cinética metalúrgica obtenidas del Departamento de Investigación metalúrgica de COMARSA.

CINÉTICA DE RECUPERACIÓN DE MINERAL DEL TAJO TENTADORA.

Figura 42

Porcentaje de recuperación de Au por mallas a 45 días

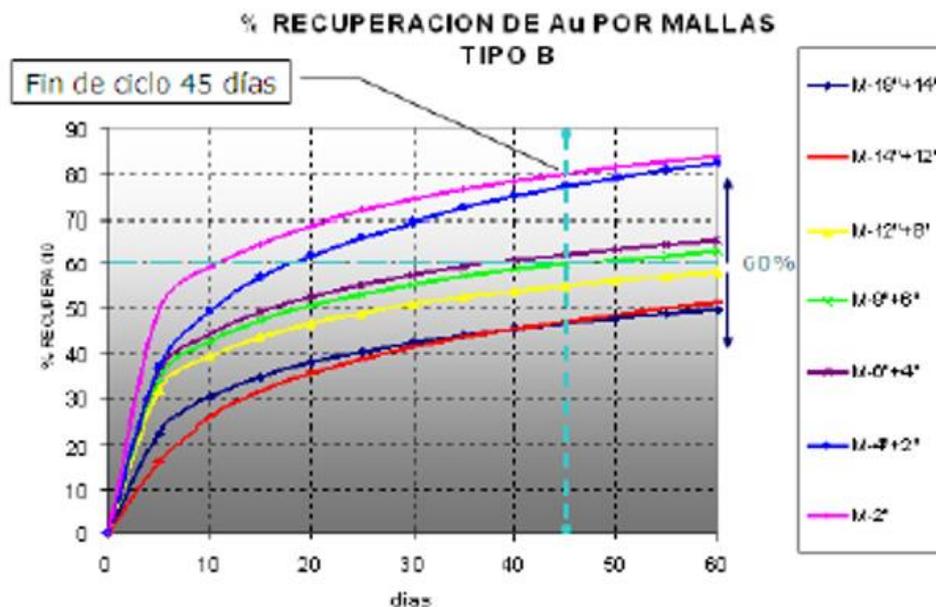
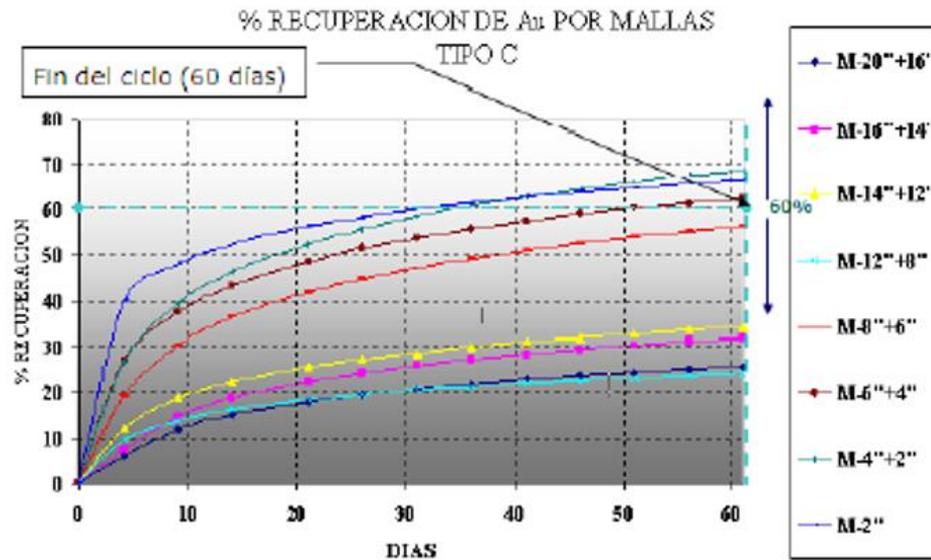


Figura 43

Porcentaje de recuperación de Au por mallas a 60 días



4.1.5 Análisis de la fragmentación por intermedio del wipfrag

Procedimiento

El análisis de la fragmentación se ha llevado a cabo de la siguiente manera.

- Elección del Lugar de muestreo fotográfico: El lugar de muestreo fotográfico elegido fue El tajo Tentadora Banco 339. El Tajo Tentadora se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:

Norte Este

SW 9103390 829330

SE 9103580 829720

NE 9103060 829700

La litología del tajo en mención la conforman las formaciones de macizo Chicama, en la que se identifican lutitas Negras de delgada estratificación, compuestas por estratos de areniscas, cuarcitas e inter relaciones delgadas de

lutitas y limolitas. La alteración es de tipo Cuarzo-Sericita cuya presencia se puede observar a lo largo de todos los niveles, siendo débil a moderada.

La mineralización aurífera del tajo Tentadora tiene su presencia mayoritariamente en el material particulado con componentes de oro fino y de asociación íntima con óxidos de fierro (Jarosita, gorthita, hematita. En Tentadora hay presencia de carbón, pero es mínima.

Figura 44

Tajo Tentadora

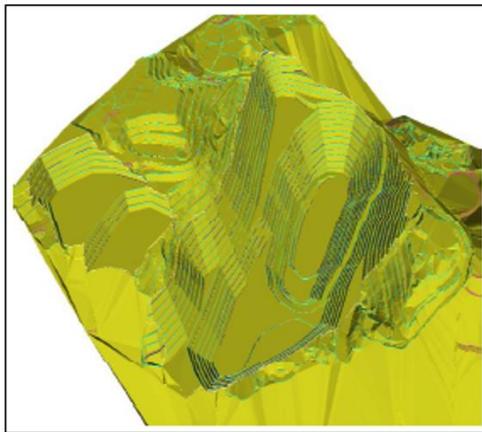


Figura 45

Proyecto de voladura 3357 BCO 339

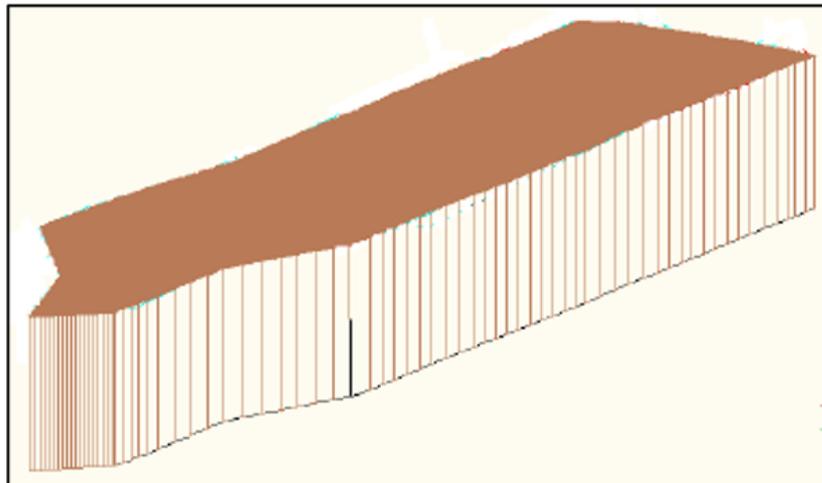
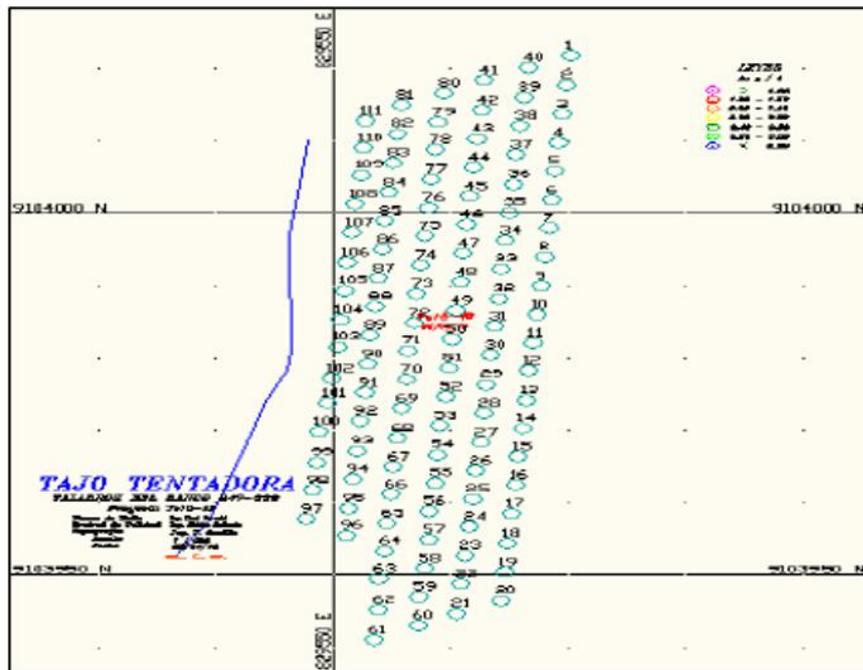


Figura 46

Tajo Tentadora diseño de la voladura

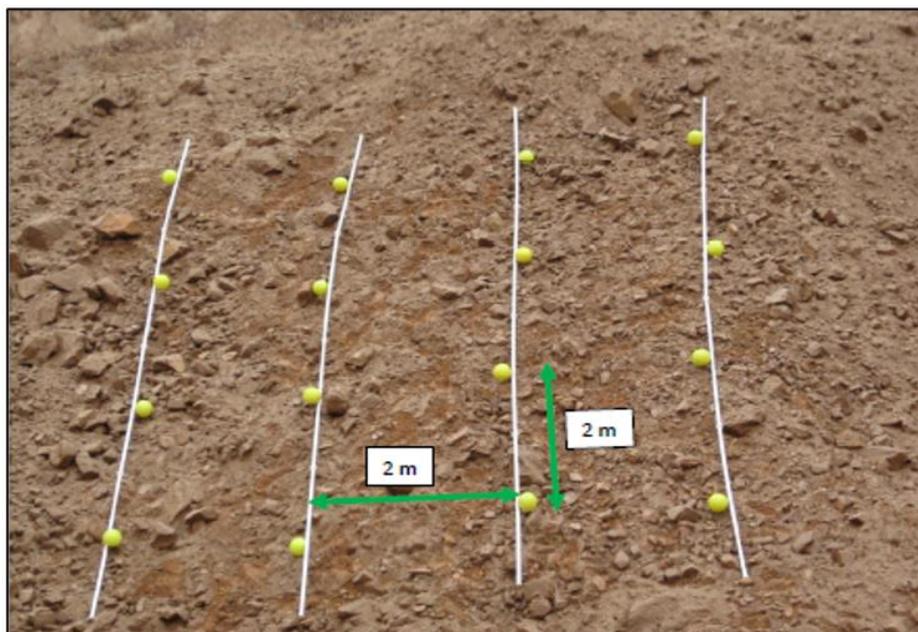


Materiales empleados

Materiales Empleados: Wincha, Escaladores y Cámara Fotográfica 10 Mega Pixeles.

Figura 47

Escaladores representando a una línea de muestreo



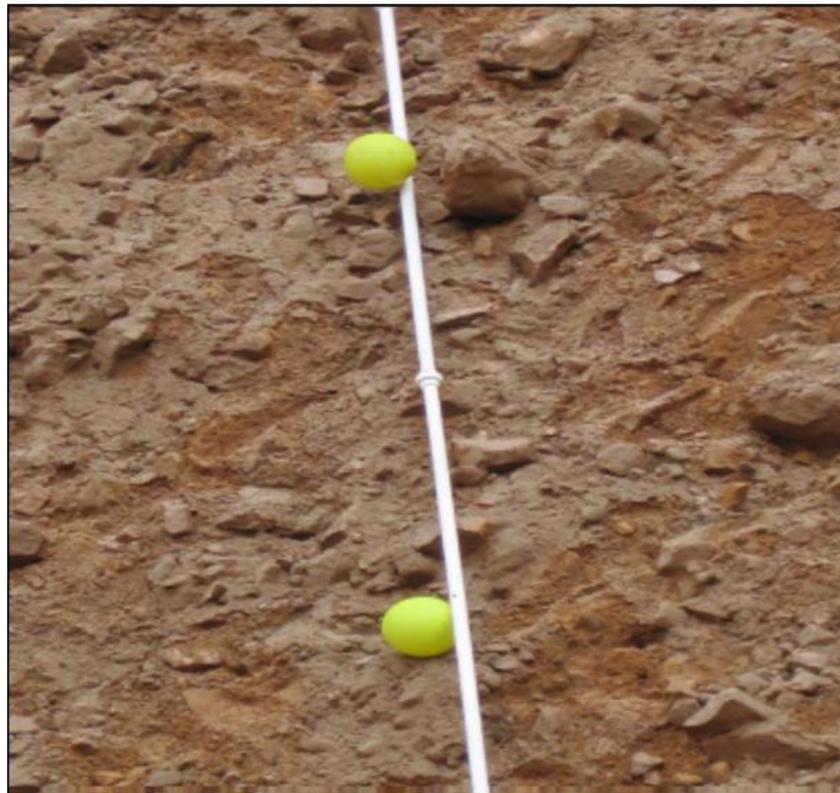
Muestreo fotográfico

Diariamente a partir del día 04/07/2022, día en que se llevó a cabo la voladura del Proyecto 347 Banco Nro. 339 se tomaron las fotografías siguiendo con el Proceso de Minado continuo del Banco. El Nro. total de fotografías que se procesaron fueron 32 las cuales se dividen de la siguiente manera.

- 08 fotografías por cada Línea de Muestreo.
- Hubo 04 Líneas de Muestreo lo que representa un total de 32 fotografías.
- En Cada Línea de muestreo existió 8 puntos de muestreo limitados por cada escalador.
- Hubo 04 escaladores en cada minado, cada toma se toma un área de 4 metros cuadrados donde se visualiza 02 esferas de 0.175 m de circunferencia que representa la máxima fragmentación pasante en nuestro trabajo de tamizado virtual con el WIPFRAG.

Figura 48

Escaladores representando a una fotografía de un punto de muestreo



Construcción de datos

Construcción de Data: El registro de datos se llevó paralelamente luego de realizar el trabajo de campo, los datos tomados en campo con información adicional proporcionada por el Área de Perforación y Voladura de COMARSA.

Tabla 9

Registro de datos: Explotación de tajo Mina COMARSA

Registro de datos: Explotación de tajo Mina COMARSA										
Fecha	LM	PM	Tajo	Proy.	Tipo de roca	D.R. g/cm ³	N°B	H(m)	AM(m)	AC(m)
04/07/22	LM1	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM7	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
05/07/22	LM2	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM7	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
06/07/22	LM3	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
07/07/22	LM4	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM7	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8

Tabla 10

Parámetros de perforación y voladura COMARSA

PARAMETROS DE LA PERFORACION Y VOLADURA												
Fecha	Diam. Pulg.	B m.	E m.	Ht m.	Hc m.	S m.	J m	N° Tal.	Expl.	D.E g/cm3	%N-20	Kg. Explo.
04/07/22	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
05/07/22	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
06/07/22	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
07/07/22	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140
	6 1/8	3.57	4.1	8.5	7	1.5	0.5	111	SAN-G	1.4	1.06	140

Cronograma de digitalización de las fotografías

Tabla 11

Cronograma de digitalización de las fotografías

ELABORACION DE LOS ESCALADORES	
Comienzo: 15-07- 22	Identificador: 1
Fin: 30-07-22	Duración: 11 días
TOMA DE DATOS	
Comienzo: 05-07- 22	Identificador: 2
Fin: 07-07-22	Duración: 2 días
CONSTRUCCION DE LA DATA	
Comienzo: 05-07- 22	Identificador: 3
Fin: 07-07-22	Duración: 2 días
ANALISIS DE WIPFRAG	
Comienzo: 04-08- 22	Identificador: 4
Fin: 30-08-22	Duración: 18 días
ELABORACION DEL INFORME	
Comienzo: 10-09- 22	Identificador: 5
Fin: 12-09-22	Duración: 02 días

Obtención de resultados

Obtención de las Curvas Granulométricas: Llevado a cabo el proceso de digitalización de cada fotografía, se obtiene con un Tamizado Virtual una curva Granulométrica por cada fotografía y se los agrupa ordenadamente por cada línea de muestreo en nuestro caso son un total de 08 fotografías por línea de muestreo lo que significa 08 curvas por línea de muestreo.

Se procede a realizar un primer Compósito por cada línea de muestreo es decir se va a obtener una curva promedio por cada línea de muestreo.

Obtenidas las 04 curvas de las 04 líneas de muestreo se procede a ejecutar un segundo Compósito el cual nos representa la curva Granulométrica final y representativa de la pila del Proyecto 357 Banco 339 Tajo Tentadora.

Con esta curva final obtenemos el porcentaje pasante por la malla que representa al diámetro de la Esfera.

Obtención de resultados por intermedio del Wipfrag

Figura 49

Granulometría para la línea de muestreo 1 (LM1)

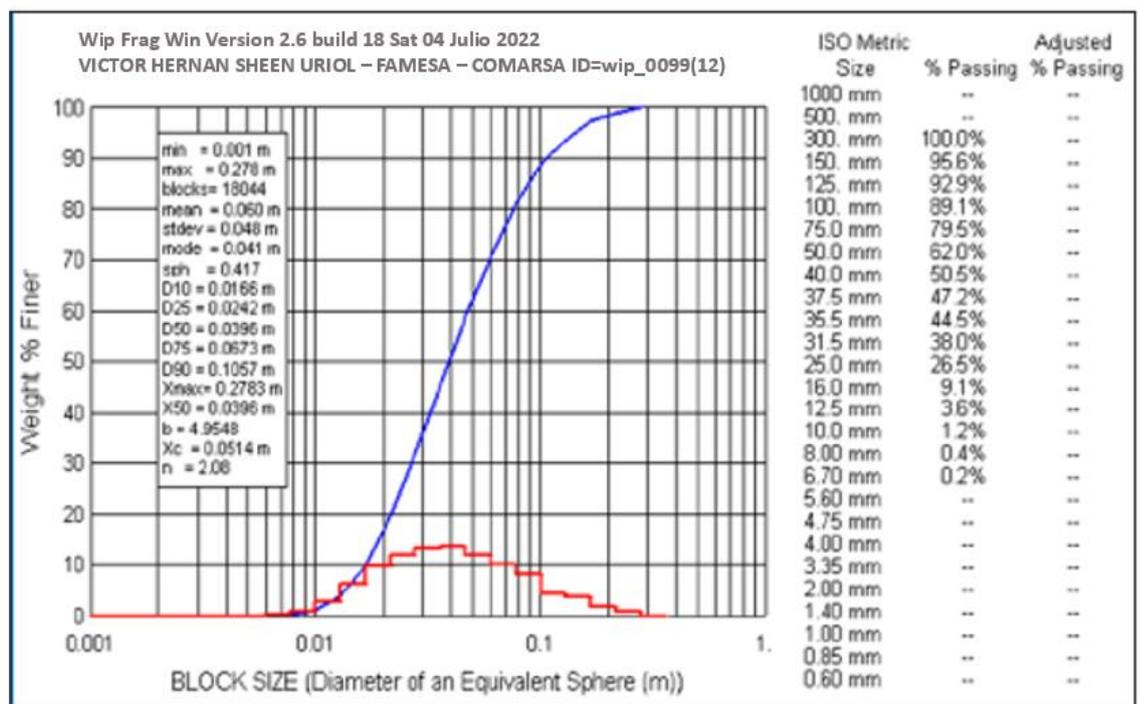


Figura 50

Granulometría para la línea de muestreo 2 (LM2)

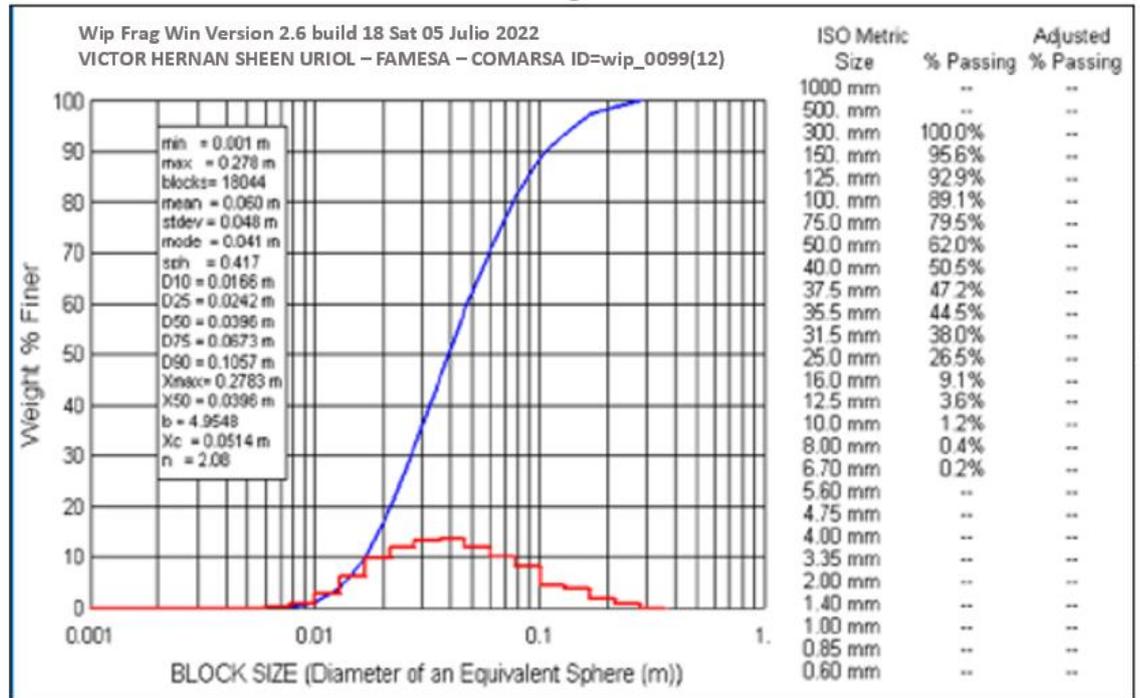


Figura 51

Granulometría para la línea de muestreo 3 (LM3)

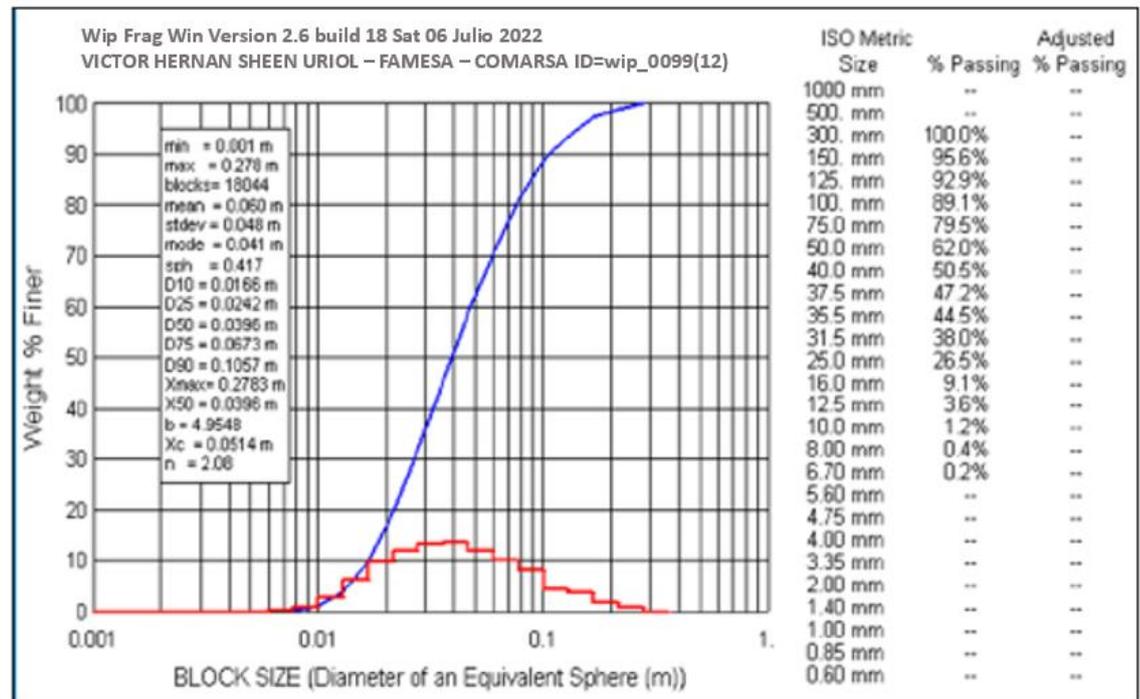
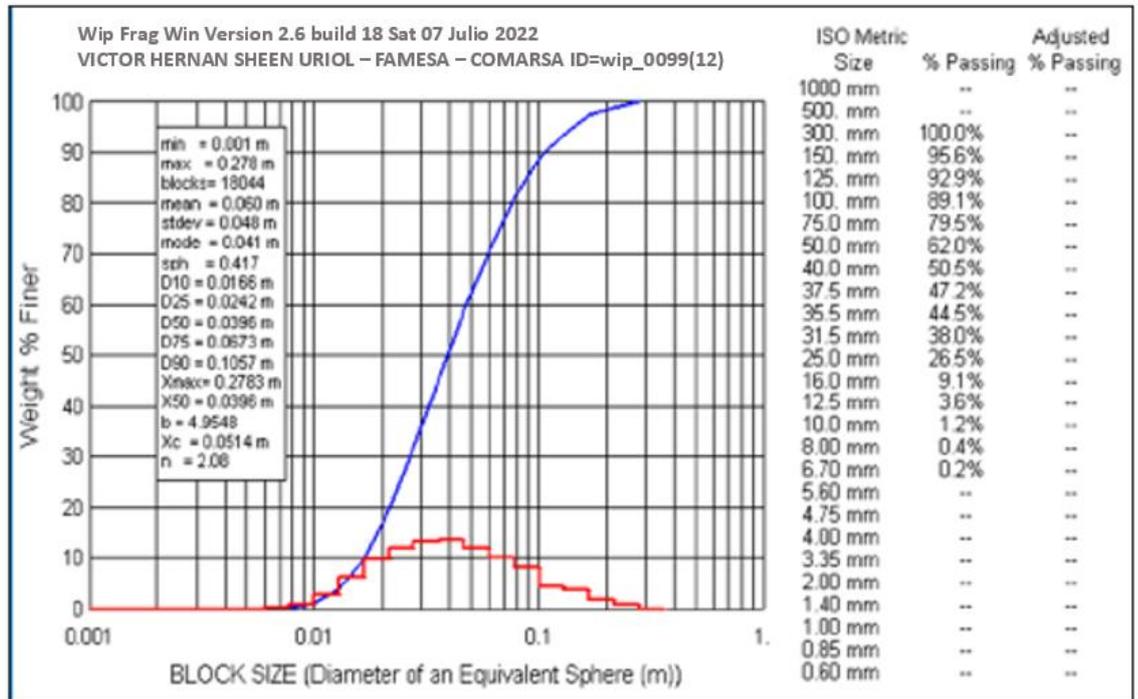


Figura 52

Granulometría para la línea de muestreo 4 (LM4)



Luego de realizar un Compósito por cada Línea de muestreo, obtenemos la Curva Granulométrica representativa de la pila de mineral del proyecto 357 Bco. 339 Tajo Tentadora, para lo cual hacemos un Ultimo Compósito con Las 04 curvas mencionadas.

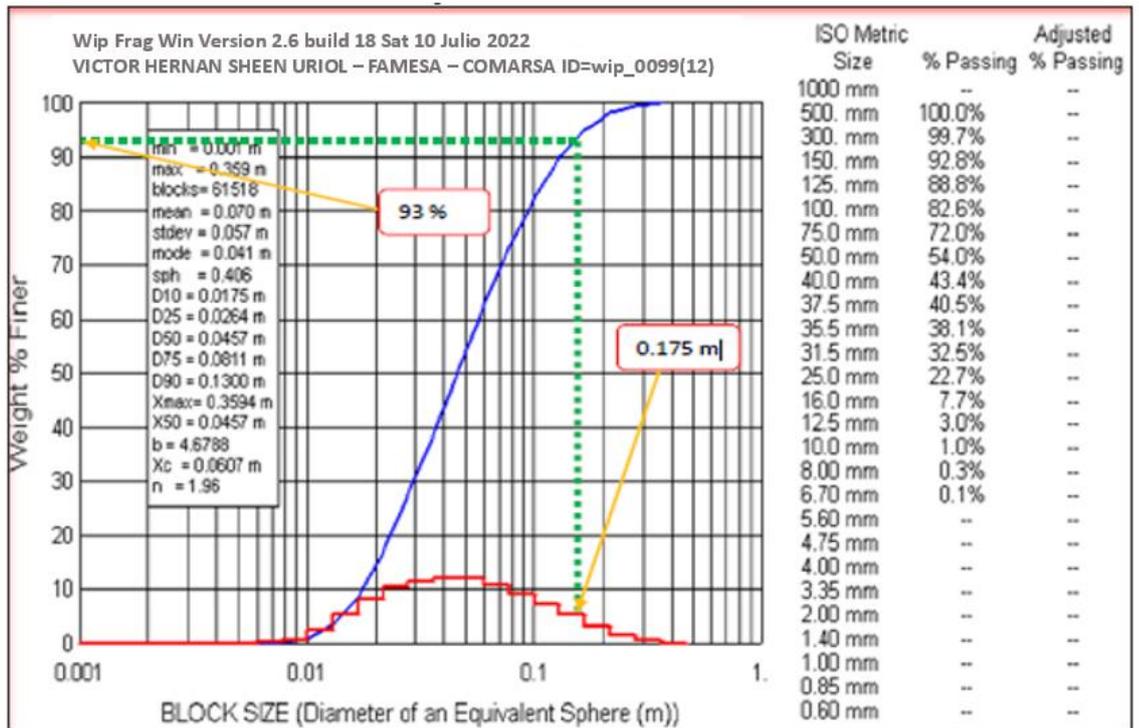
Curva granulométrica representativa de la pila de mineral del proyecto 357

bco. 339 tajo tentadora

Figura 53

Curva Granulométrica representativa de la pila de mineral del proyecto 357

Bco. 339 Tajo Tentadora



4.2 Discusión de resultados

En el proceso de operación de la mina COMARSA, vemos que la perforación es la generadora de la voladura y esta es proveedora del carguío, acarreo y de la lixiviación, estos procesos están relacionados estrechamente con la fragmentación.

Para lo cual la voladura de rocas tiene que abastecer de material (Mineral y/o desmote) con una óptima fragmentación la que permita Tener un carguío y acarreo eficiente sin demoras (en caso de frentes duros o presencia de bolonería) para no incurrir en sobre costos.

Por otro lado, la cinética hidrometalurgia (Recuperación) será más acelerada si la fragmentación que llega al Pad es Óptima, de no ser así la

empresa tendrá que esperar un poco más para obtener ganancias, esto se refleja en el ROM que es el indicador económico que nos señala la rentabilidad de la empresa en relación con la capitalización bursátil.

Las labores de voladura que buscan fragmentar el material tienen un impacto significativo en la rentabilidad de la mina. Desarrollar óptimamente este aspecto se conoce como ROM (Run Of Mine), lo que demanda una distribución adecuada de los fragmentos buscando la maximación de los siguiente procesos.

Para poder ver la influencia de la fragmentación en estas operaciones hemos realizado el análisis granulométrico valorado del mineral de los tajos de Tentadora (banco 395), Cochavara (banco 446 y 434) y Clarita (banco 438), donde Determinaremos la distribución contenidos de oro en los diferentes tamaños de mineral que son transportados del Tajo hacia los Pads de Lixiviación.

- Los resultados obtenidos en el análisis granulométrico muestran que los valores en mayor porcentaje tanto en peso de mineral como contenidos de Oro se encuentran en las mallas menores a 1 pulgada, y la diferencia se distribuye en los tamaños superiores. (Tabla y Grafica N° 1,1; 3,2; 5,3 respectivamente).
- Para estas muestras se determinó el tamaño promedio geométrico en pulgadas, obteniéndose valores granulométricos de K80 de 5.41 pulgadas para Tentadora (395), 4.81 pulgadas para Cochavara (446 y 434) y 4.17 pulgadas para Clarita 438(Tabla N° 2, 4 y 6).
- Los resultados de los valores de oro en (gr/ tm) tiende a disminuir en cuanto se incrementa la granulometría, obteniéndose valores de oro en los tamaños mayores a 8 pulgadas cercanos a leyes de 0.05 gr/tm.
- Cinética Metalúrgica: El lapso temporal para lograr la recuperación del 60% del metal aurífero en COMARSA, en este caso estos resultados representan

un parámetro determinante para establecer los niveles adecuado de fragmentación, su relación es directamente proporcional, ósea a una menor fragmentación habrá menor tiempo de recuperación y esto se traducirá en mejores resultados económicos de la operación.

Análisis de la fragmentación por intermedio del wipfrag

En la voladura del Proyecto 347 Banco Nro. 339 se tomaron las fotografías siguiendo con el Proceso de Minado continuo del Banco. El Nro. total de fotografías que se procesaron fueron 32 las cuales se dividen de la siguiente manera.

- 08 fotografías por cada Línea de Muestreo.
- Hubo 04 Líneas de Muestreo lo que representa un total de 32 fotografías.
- En Cada Línea de muestreo existió 8 puntos de muestreo limitados por cada escalador.
- Hubo 04 escaladores en cada minado, cada toma se toma un área de 4 metros cuadrados donde se visualiza 02 esferas de 0.175 m de circunferencia que representa la máxima fragmentación pasante en nuestro trabajo de tamizado virtual con el WIPFRAG.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos nos muestran que la fragmentación en el banco 339 del Tajo Tentadora en la mina COMARSA está en el rango de 93% de Passing con respecto al escalador de 0.175 m
2. Entre los indicadores fundamentales de desempeño del explosivo es el nivel de Fragmentación, aspecto que de lograrse adecuadamente facilita las labores posteriores de excavación y remociones rápidas, además se trata de un eficiente criterio del comportamiento económico de la empresa en términos de la rentabilidad económica, si lo confrontamos con el criterio cinético de recuperación del oro en el caso de COMARSA.
3. Los procesos Unitarios como carguío y acarreo serán más eficientes a medida que se siga mejorando la fragmentación.
4. Se debe comenzar a optimizar los procesos operativos de la mina por la perforación debido a que es la operación unitaria que condiciona a las labores de voladura.
5. El Wipfrag ofrece gran utilidad como es una herramienta de diagnóstico virtual, debido a que permite un análisis inmediato si lo comparamos con un análisis convencional en un laboratorio metalúrgico. Los resultados del WipFrag permiten analizar a gran escala y en corto tiempo el proceso de Fragmentación.

RECOMENDACIONES

1. Para una buena fragmentación se recomienda tener presente todos los pasos del proceso de la perforación y voladura.
2. Se debe tener presente que el análisis granulométrico para hacerse sustentable en el tiempo debe realizarse con un buen control y supervisión.
3. Se recomienda que el análisis de fragmentación debe realizarse con personal experimentado en el uso del software Wipfrag.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRIGO, G. (2023). "OPTIMIZACIÓN DE LA VOLADURA USANDO EXPLOSIVO GASIFICADO SAN-G APU EN LA UNIDAD MINERA UTUNSA DE LA EMPRESA MINERA ANABI S.A.C. HAQUIRA – COTABAMBAS - APURÍMAC 2021". [tesis de licenciamento UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO] repositorio institucional UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO.
- 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 licenciamento, U.N. de Trujillo] repositorio institucional U.N. de Trujillo.
- BAENA , G. (2017). Metodología de la investigación. En G. E. PATRIA (Ed.).
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación, tercera edición*. Pearson Educacion 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 Poitecnica de Madrid.
- BERTO, A. (2019). "ANALISIS DEL USO DE EMULSION GASIFICABLE SAN -g APU PARA OPTIMIZAR LA FRAGMENTACIÓN DE VOLADURAS PRIMARIAS - COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A. - HUARAZ. [tesis de licenciamento Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco] repositorio institucional Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- 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 licenciamento, U.N. de Trujillo]repositorio institucional U.N. d Trujillo.

- CHAVEZ, L. (2014). *“Optimización de la fragmentación en los proyectos de voladura primaria en la zona norte del tajo San Pedro Sur, Minera La Zanja”*. [tesis de licenciamiento UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS] repositorio institucional UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.
- CHIAPPETA, F. (1992). Proceso de fracturamiento de rocas. en O. Bolaños Vasquez y J. Guevara Mariscal. Cajamarca.
- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia tecnica.
- ESCRIBA, E. (2018). [tesis de licenciatura, U. N. San Agustín de Arequipa]repositorio institucional U.N.San Agustín de Arequipa.
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion.* exsa.
- FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. (2018). Emulsiones/Hidrogel a granel no sensibilizado SAN-G APU.
- FLORES, D. (2019). *“Determinación de los parámetros de voladura para optimizar la fragmentación en zona de mineral en la unidad minera Cuajone”*. [tesis de licenciamiento Universidad Tecnológica del Peru] repositorio institucional Universidad Tecnológica del Peru.
- 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.
- Hernandez ; Fernandez; Baptista, R. (2014). *Metodologia de la investigacion, sexta edicion.* McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas.* Instituto Geologico y Minero de España.
- JIMENO, JIMENO, BERMUDEZ, C. (2005). *Manual de perforacion y voladura de rocas* . Madrid, España.
- LOPEZ, LOPEZ, GARCIA, C. (2003). *Manual de perforacion y voladura de rocas.* Madrid, 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.
- SANCHEZ, REYES, MEJIA, H. (2018). *Manual de terminos de investigacion cientifica, tecnologica y humanistica*. Lima.
- TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003). *El proceso de la investigacion cientifica* (cuarta edicion ed.). (L. N. Editores, Ed.)

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO N° 1 REGISTRO DE DATOS DE LA RECOLECCIÓN DE EXPLOTACIÓN DE TAJO MINA COMARSA

Registro de datos: Explotación de tajo Mina COMARSA										
Fecha	LM	PM	Tajo	Prov. 347	Tipo de roca	D.R. g/cm ³	NºE 339	H(m)	AM(m)	AC(m)
04/07/22	LM1	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM7	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
05/07/22	LM2	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM7	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
06/07/22	LM3	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
07/07/22	LM4	PM1	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM2	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM3	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM4	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM5	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM6	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM7	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8
		PM8	Tentadora	347	cuarcita	2.55	339	8	35	8

ANEXO N° 3 EVIDENCIA DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título “RELACIÓN DE LA FRAGMENTACION DEL MINERAL CON LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA EXPLOTACIÓN, AL USAR EMULSIONES GASIFICANTES SAN – G, EN LA COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA – COMARSA.”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>2.3.1 Problema general ¿En qué medida el grado de fragmentación está directamente relacionado con los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA?</p> <p>2.3.2 Problemas específicos a. ¿En qué medida los procesos unitarios de perforación, voladura, están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA? b. ¿En qué medida los procesos unitarios de carguío, acarreo y pad (lixiviación) están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA?</p>	<p>2.4.1 Objetivo general Determinar el grado de relación que hay entre la fragmentación y los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA</p> <p>2.4.2 Objetivos específicos a. Determinar el grado de relación que existe entre los procesos unitarios de perforación, voladura, y la fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA b. Determinar el grado de relación que existe entre los procesos unitarios de carguío, acarreo y pad (lixiviación) y la fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San - G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA</p>	<p>3.4.1 Hipótesis General El grado de fragmentación está directamente relacionado con los procesos unitarios de la explotación, al usar emulsiones gasificantes San – G, permitiendo optimizar dichos procesos, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA</p> <p>3.4.2 Hipótesis específicas a. Los procesos unitarios de perforación, voladura, están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA b. Los procesos unitarios de carguío, acarreo y pad (lixiviación) están directamente relacionados con el grado de fragmentación, al usar emulsiones gasificantes San -G en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA</p>	<p>3.5.1 Variables para la hipótesis general Variable independiente Grado de fragmentación Variable dependiente Procesos unitarios de explotación</p> <p>3.5.2 Variables para la hipótesis específicas Variable especifica a Variable independiente Grado de fragmentación Variable dependiente Procesos de perforacion, voladura Variable especifica b Variable independiente Grado de fragmentación Variable dependiente Procesos de carguío, acarreo y Pad</p>	<p>-Tipo de I. APLICADA -Nivel de I. EXPLICATIVO -Metodo de I ANALITICO, DEDUCTIVO -Diseño de I NO EXPERIMENTAL TRANSVERSAL -Muestra banco 339 del tajo Tentadora en la mina Comarsa</p>