

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Aplicación de la Emulsión Bombeable – San G Aurum Up – en la
voladura masiva para mejorar la producción en los tajos de la zona
norte en la minera El Brocal – Minas Buenaventura S.A.**

Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Miguel Angel CARRERA CARLOS

Asesor:

Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Aplicación de la Emulsión Bombeable – San G Aurum Up – en la
voladura masiva para mejorar la producción en los tajos de la zona
norte en la minera El Brocal – Minas Buenaventura S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
PRESIDENTE

Mg. Vicente César DAVILA CORDOVA
MIEMBRO

Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"



Firmado digitalmente por CONDOR SURICHACUI Santa Silvia FAU 20154605046 soft
Soy el autor del documento
11.06.2025 20:35:58 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 014-2025

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:

Bach. Miguel Angel CARRERA CARLOS

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo

**"APLICACIÓN DE LA EMULSIÓN BOMBEABLE – SAN G AURUM UP
– EN LA VOLADURA MASIVA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN
EN LOS TAJOS DE LA ZONA NORTE EN LA MINERA EL BROCAL –
MINAS BUENAVENTURA S.A."**

Asesor:

Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA

Índice de Similitud: **13 %**

Calificativo

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 24 de junio de 2025.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios, por haber logrado que vida transcurra normalmente que me han guiado en mi estudio completamente y deseguro me seguirá iluminando en el camino que me falta recorrer, El empuje constante y persistente que necesité para terminar mi investigación con mucha dedicación y satisfacción.

A mis padres, por su confianza que depositaron en mí, y los consejos brindados en cada etapa de mi vida, y darme su apoyo incondicional para levantarme de las derrotas.

A mis hermanos, por estar siempre juntos, por compartir sus objetivos, alegrías y el deseo de progresar en cada instante.

A mi Alma mater, por cobijarme durante la vida estudiantil, en compañía de mis colegas de estudios y docentes de la Facultad.

Gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento, a todos los Ingenieros de la unidad minera, El Brocal, por el apoyo y brindarme la oportunidad de ser partícipe del trabajo de investigación, la Gerencia de Operaciones por el apoyo desinteresado y brindarme las facilidades del caso a los ingenieros del área de planeamiento por la confianza a los Técnicos del área de voladura de la Empresa Famesa Explosivos S.A.C, por la brindarme la confianza y los consejos alcanzados que complementan los conocimientos sobre el trabajo de investigación planteado.

A todos los colaboradores de la empresa que directa e indirectamente han colaborado para la concretización de la presente tesis; así mismo a mi asesor el que ha me ha brindado algunas pautas para la culminación del presente trabajo de Tesis. sus aportes y sugerencias precisas y objetivas ha concluido el presente estudio.

También, deseo expresar mi sincero agradecimiento a todos los docentes, de la Facultad de Ingeniería de Minas, con las que he compartido sus experiencias haciendo de mi un profesional en Minería con honestidad y valores sólidos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado a solicitud de la Gerencia General Con el único objetivo de mejorar el sistema de perforación y voladura utilizando nuevas alternativas de voladura y replanteando las mallas de perforación y minimizar el uso del ANFO, por el SAN G AURUM UP, la cual es una emulsión 100% de emulsión a granel, esta tecnología dará soluciones a compañías mineras en su método de explotación sea de sublevel stoping y su perforación sea taladros largos positivos porque este explosivo bombeable, ofrece una mayor velocidad de detonación. Mejora la fragmentación y minimiza la aparición de gases nitrosos, con el apoyo técnico de la empresa Famesa Explosivos S.A.C. se han realizado pruebas de eficiencia de la voladura en los tajos seleccionados, se realizó voladuras en el TJ565N NV_4055, TJ 565N NV_4085; TJ 1253N NV_3922 con una densidad de roca de 3.2 g/m³, es decir de roca media a dura. Los cuales se detalla resumen de los resultados obtenidos con la Emulsión granel.

Palabra clave: Voladura óptima y emulsiones bombeables.

ABSTRACT

This Project has been carried out at the request of the General Management With the sole objective of improving the drilling and blasting system using new blasting alternatives and rethinking the drilling meshes and minimizing the use of ANFO, by the SAN G AURUM UP, the which is a 100% bulk emulsion, this technology will provide solutions to mining companies whose exploitation method is sublevel stopping and their drilling is long positive drills because this pumpable explosive offers a higher detonation speed. It improves fragmentation and minimizes the appearance of nitrous gases, with the technical support of the Company Famesa Explosivos S.A.C. blasting efficiency tests have been carried out in the selected pits, blasting was carried out in the TJ565N NV_4055, TJ 565N NV_4085; TJ 1253N NV_3922 with a rock density of 3.2 g/m³, that is, medium to hard rock. Which details a summary of the Results obtained with the bulk Emulsion.

Keyword: Optimal blasting and pumpable emulsions

INTRODUCCIÓN

El estudio de investigación se realizó en la Unidad Minera El Brocal S.A de la Cía. de Minas Buenaventura S.A. Con el objetivo de mejorar la voladura de los taladros largos mediante el uso de las Emulsiones bombeables - SAN G AURUM UP el explosivo cuya característica y eficiencia se han demostrado en las pruebas realizadas asesorados por la empresa Famesa Explosivos S.A.C, para ello se han seleccionado tajos operativos, que han sido supervisados en la ejecución de la perforación y el carguío de la emulsión bombeable, con las técnicas apropiadas y supervisada en sus factores y propiedades inherentes del explosivo para voladura masiva de los taladros, con la efectividad en la granulometría y mejorar el transporte del material evitando minimizando operaciones secundaria de voladura y sobre rotura de las cajas, los cuales garantizan la operación y mejoran la producción y productividad de la Unidad Minera El Brocal.

El desarrollo de la Tesis, consta de 4 capítulos:

Capítulo N°01 se consideró el problema de investigación; que, está compuesto con la identificación y formulación del problema, sus objetivos y también su justificación.

El capítulo N°02, trata del marco teórico, que comprende los antecedentes, las bases teóricas en que basa el estudio; también, la formulación de hipótesis e identificación de las variables independiente y dependiente.

En el capítulo N°03, se considera la metodología, el tipo de investigación, la población y el muestreo, técnicas de recolección y procesamiento de los análisis de los datos.

El capítulo N°04, el estudio propiamente como son el análisis y comentarios de los resultados del tajeo y la valoración del uso de estos explosivos que podemos encuadrar dentro la prueba de hipótesis planteada para la evaluación respectiva.

Finalizando con las conclusiones y recomendaciones respectivas del estudio.

El autor

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Aspectos Generales de la Mina	3
1.2.2. Ubicación y Acceso	5
1.3. Formulación del Problema.....	5
1.3.1. Problema general.....	5
1.3.2. Problemas Específicos	5
1.4. Formulación de Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Justificación de la Investigación	6
1.6. Limitaciones de la Investigación	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	8
2.2. Bases teóricas - científicas.....	15

2.2.1. Características Técnicas de la Matriz de la SAN G AURUM UP a granel	16
2.3. Definición de términos básicos.....	16
2.4. Formulación de Hipótesis.....	18
2.4.1. Hipótesis general.....	18
2.4.2. Hipótesis específicas	19
2.5. Identificación de Variables.....	19
2.5.1. Variable dependiente (Y).....	19
2.5.2. Variables independientes (X)	19
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores	20

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	21
3.2. Nivel de Investigación.....	21
3.3. Método de Investigación.....	22
3.3.1. Planificación y recopilación de datos.....	22
3.3.2. Trabajo de campo	22
3.4. Diseño de Investigación.....	22
3.5. Población y muestra	22
3.5.1. Población.....	22
3.5.2. Muestras	23
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	23
3.6.1. Observación estructurada	23
3.6.2. Medición directa.....	23
3.7. Técnica de Procesamiento y Análisis de datos	23

3.8. Tratamiento estadístico	23
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	23

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	25
4.1.1. Diseño de Malla de Voladura	25
4.1.2. Diseño de Carga	27
4.1.3. Control de Densidades	28
4.1.4. Abacos de Densidad	29
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	33
4.2.1. Densidad final del explosivo en el TJ 1518 NV-3922.....	33
4.2.2. Densidad final del explosivo en el TJ 565 NV - 4055	34
4.3. Prueba de hipótesis	34
4.3.1. Validación de Hipótesis General	34
4.3.2. Prueba de Hipótesis Especifica N° 1.....	35
4.3.3. Prueba de Hipótesis Especifica N° 2.....	35
4.4. Discusión de Resultados	36
4.4.1. Resultados de fragmentación del TJ 565 NV_4055.....	36
4.4.2. Resultados de fragmentación del TJ 1518 NV_3922.....	38
4.4.3. Análisis de Daño	39
4.4.4. Factor de Carga (kg/tn) 2023	41
4.4.5. Velocidad de Detonación (m/s) – 2023	42
4.4.6. Consumo de Explosivos (Tn) – 2023.....	43
4.4.7. Toneladas Voladas (tn) – 2023	43
4.4.8. Fragmentación P80 (in) – 2023.....	44

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Resultados de las muestras del TJ 565 NV_4055	36
Figura 2.	Resultados de las muestras del TJ 1518 NV_3922	38
Figura 3.	Ley de atenuación elaboración propia.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores.....	20
Tabla 2. Ley de atenuación elaboración propia	40

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En estos últimos años debido a que la unidad El Brocal, explotada por la Cía. de Minas Buenaventura S.A., debido a la profundización; las características geológicas del yacimiento y las condiciones económicas que exigen una mayor cantidad de producción de los recursos minerales, la alta Gerencia ha planteado mejorar los sistemas de perforación y voladura adoptando técnicas y recursos explosivos que permitan un mejor arranque del macizo rocoso para obtener buena cantidad de material valioso de la mina, por tal motivo aprovechando el sistema de minado y apreciando las características geomecánicas que influyen para el cambio del metodología de voladura de tal manera que se pueda mejorar la producción masiva lo que me ha permitido investigar y aplicar la voladura mediante el uso de las emulsiones bombeables.

Con estas emulsiones a granel tendremos ahorro en extracción de desmonte y que a la corta el desmonte segregado servirá para rellenar los tajos de taladros largos.

Con la aplicación de la voladura con emulsión bombeable la explotación tiene un impacto favorable en la producción y la seguridad minimizando la exposición del personal a la excavación del tajo, además se garantiza el ciclo de minado y las operaciones unitarias subsecuentes a la voladura ya que comparado con el uso del Anfo no se garantiza la performance requerida, siendo esto el principal problema por lo que se propuso el trabajo de investigación realizada en los tajos especialmente seleccionados para su desarrollo y que han sido analizados con trabajos de campo programado por la unidad minera en coordinación con la empresa Famesa Explosivos S.A.C.

Se planea con el fin de mejorar y desarrollar en El Brocal las voladuras masivas, para lo cual se tiene pensado pasar de voladuras de 5 o 6 filas a voladuras de 12 o 15 filas, generando así volúmenes superiores a las 10 o 15 mil toneladas por disparo, con el trabajo de investigación denominado Aplicación de la emulsión bombeable SAN G AURUM UP en la voladura masiva para mejorar la producción en los tajos de la zona norte en la minera El Brocal- minas Buenaventura. S.A.A.

1.2. Delimitación de la investigación

- a) Teórica.** Se usará información teórica sobre: Voladura con emulsiones bombeables para voladuras de producción masiva, técnicas y uso de accesorios de voladura entre otros temas que nos ayuden a entender y solucionar problemas.
- b) Espacial.** El estudio se realizará en la infraestructura minera El Brocal, ubicado en la región Pasco, provincia de Pasco en el distrito de Tinyahuarco, cuya gerencia General está ubicada en la Ciudad de Lima.
- c) Temporal.** En cuanto al tiempo el trabajo de investigación se ha

programado de febrero a Julio del año 2023, durante este tiempo se desarrolló los tajos ´programados en coordinación con la oficina de planeamiento, la gerencia de operaciones y el área de producción de la Unidad Minera.

1.2.1. Aspectos Generales de la Mina

Explotación subterránea de Marcapunta Sur. Desde el año 2010, la explotación del yacimiento Marcapunta Sur, compuesto por mantos de cobre arsénico, se lleva a cabo mediante el método sub level stoping, con la finalidad de mantener la estabilidad del techo de los tajos explotados mediante pilares intermedios. El uso de este método permite una producción mecanizada masiva a un costo razonable. Se explotaron 3.204.262 TMS de mineral en el 2018 con una ley promedio de 20.159 %. Cu. El mineral fue procesado en las plantas concentradoras 1 y 2 de Huaraucaca, siendo la planta 2 la que realizó las campañas planificadas. En el 2018, se llevó a cabo una mejora en la geometría de la explotación de los tajos primarios y pilares en la región sur de la mina. Para garantizar la estabilidad del diseño, se llevó a cabo en colaboración con el área de geomecánica. Se están reduciendo los tajos de 15 metros con pilares de 6 metros a los de 14 metros. Esta nueva geometría resultó en las siguientes mejoras:

- Por falta de permisos y aprobaciones ambientales, la cantidad de mineral preparado por cada tajo aumentó de 24.500 toneladas métricas (TM) a 42.900 TM en las áreas de minado, lo que mejoró la productividad de los tajos.
- Aumentando la proporción de preparación de la mina de 140 a 169 toneladas por metro cuadrado. Además, se llevó a cabo una prueba para recuperar pilares antiguos. En el centro, se recuperó una parte de un pilar y se obtuvieron 6.631 TM con una ley del 3,62%. Cu. Actualmente, la región es

estable y se seguirá monitoreando para avanzar en la recuperación de otros pilares. En este sentido, los estudios y pruebas de recuperación total de pilares con relleno cementado continuarán en el 2019 (Cementad Rock Fill). La extracción de mineral en la mina subterránea de Marcapunta Norte se ha mejorado con la extracción de mineral en Marcapunta Sur mediante volquetes de 20 m³. De esta manera, la bocamina Sur ha logrado extraer 4.000 TM/d de mineral. Este mineral se lleva directamente a la planta, lo que reduce los costos de la cancha de transferencia. Se comenzará a trabajar para mejorar este proceso mediante la habilitación de echaderos en el interior de la mina, como parte de la centralización de operaciones (la reducción del número de tajos simultáneos). Se realizaron pruebas con un cargador frontal de bajo perfil Caterpillar R1700G con cuchara de 7.5 yd³ (actualmente utilizado de 6 yd³); Sin embargo, tuvo baja disponibilidad mecánica y la empresa contratista lo devolvió al proveedor. Para alcanzar el objetivo mencionado, se continuarán probando equipos de mayor capacidad, como cargadores, perforadoras y camiones, en el 2019. La extracción de mineral de la mina subterránea en el ejercicio 2018 aumentó en 608.966 TMS, un 24 % más que la extracción del 2017 que fue de 2.540.038 TMS. El túnel de conexión Esperanza Marcapunta Norte y Marcapunta Sur comenzó a funcionar en mayo. La inversión en este proyecto asciende a US\$ 5,6 millones y es parte del plan de incremento de la producción de la mina subterránea de 8.000 TMD a 13.000 TMD. El objetivo general y específico del proyecto es mantener el ritmo de avance y producción, así como optimizar el servicio de transporte de mineral para cumplir con el requerimiento de 13.000 TMD.

1.2.2. Ubicación y Acceso

Situada en el distrito de Colquijirca, la provincia de Pasco y el departamento de Pasco en los Andes Centrales del Perú, la mina Marcapunta Norte de sociedad minera El Brocal tiene una altitud de alrededor de 4 300 metros sobre el nivel del mar. La ruta para llegar a la mina es por:

- Lima – Casapalca – La Oroya – Cerro de Pasco - Colquijirca: 298 km
- Lima – La viuda - Canta – Huayllay – Colquijirca: 266 km

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Por qué se debe utilizar las emulsiones bombeables para la voladura masiva de producción y cuáles son las razones para la implementación de voladura con emulsiones bombeables en la voladura masiva utilizando accesorios especiales en la Unidad Minera El Brocal, Cía. de Minas Buenaventura S.A.?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿De qué manera influye la implementación de las emulsiones bombeables en voladura masiva de producción utilizando accesorios especiales en la Unidad Minera El Brocal S.A. 2023, Cía. de Minas Buenaventura S.A.?
- b. ¿Hasta cuánto, será posible, controlar la dilución con la implementación de voladura con emulsiones bombeables utilizando accesorios especiales en la Unidad Minera El Brocal, Cía. de Minas Buenaventura S.A.?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Mejorar los resultados de la voladura de producción mediante la carga de emulsiva de los taladros manejando parámetros de la labor, de perforación y voladura respectivamente y controlando el factor de carga, la densidad y el diseño de la secuencia de salida de los explosivos con accesorios especiales de voladura.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Establecer la adecuación óptima de las emulsiones en la voladura del minado en el SLS, y la efectividad de la voladura masiva que mejora la producción sustituyendo a la voladura con Anfo a granel, para el SLS. En la mina El Brocal, Cía. de Minas Buenaventura S.A.
- b. Establecer en forma eficiente el control de la dilución del mineral arrancado, sin perjuicios en los costos de voladura, la Unidad minera El Brocal, Cía. de Minas Buenaventura. S.A.

1.5. Justificación de la Investigación

El presente estudio se realizó para cumplir con el compromiso entre sociedad minera El Brocal y la empresa Famesa Explosivos S.A.C, el que usa las emulsiones bombeables, para voladura masiva, con carguío mecanizado en los taladros largos SLS, asimismo, se usa el equipo Master Truck y la emulsión en términos técnicos se denomina Emulsión a granel SAN G AURUM UP, diseñada con malla de perforación teniendo en cuenta el burden y espaciamiento establecido por sociedad minera El Brocal.

Por otro lado, la Empresa Famesa Explosivos S.A.C. ha proporcionado el diseño de carga y secuencia de salida, factor de carga, y densidad del explosivo

SAN G AURUM UP, con tacos diferenciado para evitar la concentración de energía.

En el presente trabajo de investigación contribuirá a identificar las situaciones críticas de riesgos en la voladura por eso se ha planeado realizar el diagnóstico en el momento indicado las situaciones de operación que son controlados, identificados y evaluados.

Los resultados deben cumplir con los objetivos propuestos y planeados por la alta gerencia y el manejo de los indicadores de perforación y voladura con resultados favorables mejorados con respecto a la utilización de otros explosivos y el Anfo utilizado hasta entonces, además será el punto de partida para mejorar los efectos de la voladura para otras zonas y otras mineras, asimismo, para el conocimiento de los estudiantes de la carrera de ingeniera de minas, y especialistas y técnico de voladura en minería subterránea.

1.6. Limitaciones de la Investigación

El presente trabajo de investigación para su desarrollo no presenta limitaciones algunas, dado que el interés de la empresa ha puesto todo su interés en mejorar el sistema de voladura con el uso SAN G AURUM UP, como explosivo asesorado por la empresa Famesa Explosivos. S.A.C.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Para el desarrollo del presente estudio, y tomar como antecedentes de ocurrencias y resultados técnicos utilizadas en otras unidades mineras.

a) Antecedentes Internacionales

Según Famesa Explosivos S.A.C (2017), citado en Minería Chilena, en el informe publicado el 17 de agosto de 2017, se menciona que FAMESA presentó un avance significativo en el desarrollo de nuevos productos destinados a optimizar los procesos mineros. Según lo publicado en la revista especializada Minería Chilena (edición N°434), Famesa Explosivos S.A.C desarrolló una emulsión gasificable de características flexibles con el objetivo de reducir los costos asociados al proceso mina-planta. Esta emulsión fue diseñada para adaptarse a diversas condiciones geológicas y operativas, proponiendo una alternativa técnicamente superior y más eficiente frente al uso tradicional de ANFO pesado.

En este evento mundial Famesa Explosivos S.A.C. es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de explosivos, accesorios y servicios de voladura para la minería subterránea, a cielo abierto, obras civiles, canteras, voladura submarina y prospección petrolera. La empresa se ha destacado por brindar soluciones de valor a sus clientes y también por desarrollar e investigar productos de tecnología propia que son reconocidos tanto a nivel local como internacional.

Famesa Explosivos S.A.C. Basado en esta filosofía de siempre aportar valor a sus clientes, la empresa se ha enfocado en maximizar las ganancias en el proceso de voladura y, por lo tanto, también en el proceso de perforación, con productos, instrumentación y tecnologías, servicios técnicos, pre-corte y voladura secundaria, entre otros. (Agost.2017).

ALCAÍNO (2018), en su tesis: "Uso de emulsión en el desarrollo horizontal del proyecto mina chuquicamata subterránea. Santiago de Chile 2018, en la Universidad de Chile Facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería de minas.

El su trabajo evaluó el desempeño de las voladura en el desarrollo horizontal del Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea, enfocándose en la comparación entre el carguío manual y el mecanizado de explosivos. La empresa Enaex S.A. suministra las emulsiones Emultex PDBG (bombeable) y Emultex CN (encartuchada), siendo la primera la más eficiente en condiciones subterráneas.

Las emulsiones, según la literatura técnica, son ideales para labores subterráneas debido a su alta energía de fragmentación y estabilidad en presencia de agua. Los resultados obtenidos en terreno muestran que el uso

de Emultex PDBG permite un avance promedio de 10 cm más por disparo y reduce en 16 segundos el tiempo de carguío por tiro, traducándose en una mayor productividad y reducción de costos diarios de construcción.

Además, el carguío mecanizado mejora significativamente la seguridad operativa al minimizar la exposición directa del personal al explosivo y reducir los esfuerzos físicos involucrados. La fabricación in situ del explosivo también disminuye los riesgos asociados al transporte y almacenamiento.

b) Antecedentes Nacionales

Muñoz (2019), en su tesis “La emulsión gasificada bombeable y su impacto en la productividad – Mina Huaron -Pan American Silver S.A -2019” en la Universidad Nacional del Centro del Perú Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas.

En su estudio de investigación en la mina Huaron la composición de SAN-G® permite su comportamiento como un explosivo flexible que funciona de manera uniforme en diversas densidades y energías. Durante la detonación, las columnas explosivas se unen por completo a las paredes del pozo, lo que permite aprovechar toda la energía depositada en ellas.

Gracias a estas características, la empresa ha detectado en sus diversos ensayos realizados, que emplear esta emulsión genera un ahorro directo de hasta un 29% de los costos unitarios de perforación y voladura, de los cuales un 16% está asociado al cambio de ANFO pesado por SAN – G®. 25% de reducción de costos directos en P&V y aumento de la disponibilidad de perforación” >12%.

Yrigoyen (2021), Gerente General de Famesa Explosivos S.A.C. “Señala, que el uso del SAN G APU es una opción eco-amigable ya que minimiza la aparición de gases NOx (humos naranjas). También, tiene un mayor VOD permitiendo una mejor fragmentación lo que se traduce en la posibilidad de la ampliación de malla.

En el transcurso de los últimos diez años de investigación, Famesa Explosivos S.A.C. ha desarrollado una nueva tecnología de emulsiones gasificadas enfocada en la minería de tajo abierto de gran tamaño. Esta innovación se basa en la mejora continua. El SAN G APU es una propuesta que “Aparece como respuesta a la necesidad o requerimiento de los clientes del sector de instalar de un producto eco amigable y que, al mismo tiempo, maximice la productividad en el proceso con un menor costo de operación”

Tecnología Minera (2018) En su publicación anual en su artículo Dice, “Famesa Presenta SAN G APU, Innovación Eco-amigable ´para la minería de tajo abierto, ha realizado pruebas de eficiencia utilizando El SAN G es una emulsión gasificable creada por una solución oxidante microscópica dispersa en una fase de combustible continua y estabilizada por un emulsionante.

Antes de cargarla en los taladros, el SAN G se sensibiliza con una solución gasificante para producir una mezcla explosiva de menor densidad, resistente al agua, muy viscosa y de mayor velocidad de detonación que el ANFO pesado. Se deja transcurrir unos 20 minutos después de cargar los taladros para colocar el "taco" en el taladro, además, concluye SAN G APU es una opción eco-amigable ya que minimiza la aparición de gases NOx (humos

naranjas). También, tiene un mayor VOD permitiendo una mejor fragmentación que traduce en la posibilidad de la ampliación de malla”.

ALCOCER (2020). En su tesis : Propuesta del uso de emulsión gasificada en el carguío de taladros para reducir los costos en voladura en una mina a tajo abierto con depósitos tipo Skarn, Arequipa 2020. Arequipa 2020 en la Universidad Continental escuela académico profesional de ingeniería de minas.

En su trabajo de investigación tiene como finalidad proponer la implementación del uso de emulsión gasificada en operaciones de voladura, específicamente en el carguío de taladros, con el objetivo de reducir costos operativos en una mina a cielo abierto con yacimiento tipo Skarn.

La metodología empleada fue de tipo empírico, basada en la observación directa, formulación de hipótesis y validación mediante la experimentación y análisis estadístico de resultados. La investigación se enfocó únicamente en el área de voladura, evaluando el desempeño económico del explosivo actualmente utilizado Fortis Mex 60 frente a diversas formulaciones de emulsiones gasificadas: Fortis Advantage 60 (1.1 gr/cc), Fortis Advantage 70 (1.1 y 1.05 gr/cc) y Fortis Advantage 100 (1.1, 1.05 y 1.0 gr/cc).

Las pruebas consideraron variaciones en el desmonte y la presencia de agua, determinando que el uso de Fortis Advantage 100 con densidad de 1.0 gr/cc en desmontes de 6 metros permitió obtener un ahorro del 11.0% respecto al sistema de carguío actual. Estos resultados demuestran que el uso de emulsiones gasificadas representa una alternativa técnica y económicamente viable para mejorar la eficiencia en voladuras en minas a tajo abierto.

c) Antecedentes Regionales.

ALZAMORA (2023), en su tesis: Optimización de Perforación y Voladura con taladros largos en tajos de producción, zona magistral centro. Empresa Minera Trevali Perú S.A.C Unidad Minera Santander. Región Lima 2021, en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Escuela de formación profesional de ingeniería de minas.

En su estudio de investigación en la mina magistral para un diámetro de perforación de 64 mm y una altura de banco promedio de 16 m utiliza dos primer como iniciación, se obtiene resultados de granulometría P50 de 7.40 in y un P80 de 19.33 in, durante sus pruebas para una malla de 1.5 m x 1.5 m de burden y espaciamiento respectivamente se puede observar que en sus curvas de granulometría no presentan una uniformidad debido a que tiene P80 varía según a los disparos ejecutados.

Alzamora concluye que en su estudio realizado para mejorar la longitud de perforación divide en dos grupos, un grupo para menores de 10 metros y otro grupo para longitudes mayores para 10 m y recomienda que el posicionamiento de la simba sea supervisado para así garantizar una adecuada perforación y por ende obtener unos resultados favorables después de la voladura.

SALCEDO J (2020). en su tesis:” Evaluación Técnica de la voladura en la Compañía Minera Corihuarmi”, en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Escuela de formación profesional de ingeniería de minas.

En su estudio de investigación el factor de potencia reduce el 7.9%, con respecto a la granulometría reduce un 40% de material grueso. La cual es

beneficioso para para empresa minera así obteniendo un P80 promedio de 2.25 in.

Salcedo concluye que el costo de voladura se reduce a un 23.2% esto debido a que el factor de potencia disminuye en un 7.9%,

CAPCHA (2023), en su tesis: Análisis comparativo del uso de la emulsión gasificante (San – g) y el Slurrex – g, en la voladura, en compañía minera Coimolache S.A. Unidad Tantahuatay. Región Cajamarca 2023, en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión escuela de formación profesional de ingeniería de minas.

En su investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño experimental. Se realizaron dos pruebas principales para analizar los efectos de cada emulsión en términos de fragmentación, factor de carga y costos asociados a la voladura.

En la primera prueba concluye , el uso de la emulsión SAN-G permitió obtener fragmentaciones P80 entre 3.97” y 5.86”, con un incremento del factor de carga de 0.23 a 0.29 kg/tn. Aunque se logró una mejora significativa en la fragmentación (de 5.9” a 4”), los costos de voladura también aumentaron, pasando de 0.274 \$/tn a 0.350 \$/tn.

En la segunda etapa de prueba concluye que , se comparó directamente el desempeño promedio de ambas emulsiones, obteniendo valores de fragmentación similares: 3.78” para SAN-G y 3.87” para Slurrex-G. Sin embargo, en cuanto al factor de carga, SAN-G presentó un valor más alto (0.40 kg/tn) frente al Slurrex-G (0.27 kg/tn), lo cual implica un mayor consumo de explosivo por tonelada.

En conclusión, ambos productos logran niveles similares de fragmentación, pero el Slurrex-G presenta ventajas en cuanto a eficiencia de factor de portencia, mientras que el SAN-G destaca por una mejor fragmentación a costa de un mayor consumo y costo unitario.

2.2. Bases teóricas - científicas

SAN G AURUM UP “Es una emulsión explosiva, El SAN G AURUM UP puede ser cargada directamente a los taladros desde los camiones de fábrica mediante bombeo o por gravedad. Se deja transcurrir unos 20 minutos después de cargar los taladros para colocar el "taco" en el taladro. Entre las ventajas de usar la SAN G AURUM UP se tiene:

- Puede usarse en tierras secas, húmedas o inundadas y con rocas de diferentes durezas.
- Al cargar los taladros, las columnas explosivas se unen por completo y liberan toda la energía que se deposita en ellas.
- La emulsión matriz se sensibiliza al final de la unidad mecanizada, lo que significa que es un producto no explosivo antes de ingresar a los taladros, lo que significa que su uso representa un trabajo seguro.
- Desde la mina hasta su molienda en la planta o su disposición en las canchas de lixiviación, puede ser cargado a diferentes densidades y energías para cumplir siempre con el objetivo de producir una buena fragmentación y mejorar la productividad.
- Debido a su alto poder rompedor, se pueden ampliar las plantillas de perforación y reducir los costos.
- Por su practicidad, reduzca el tiempo de carguío.

2.2.1. Características Técnicas de la Matriz de la SAN G AURUM UP a granel

- Densidad relativa de la matriz (g/cm³): 1,38 ± 3%
- Densidad relativa de la matriz sensibilizada (g/cm³): 0,80 a 1,20
- Viscosidad de la matriz en condiciones normales, (cp.) (*) Min.: 12 000
- Velocidad de detonación de la matriz sensibilizada (m/s) (**): 4 800 a 5 800
- Presión de detonación (kbar): 51 a 98
- Energía (kcal/kg): 805
- Volumen normal de gases (L/kg): 1025
- Potencia relativa en peso (%) (***): 90
- Potencia relativa en volumen (%) (***): 152
- Resistencia al agua: Excelente
- Categoría de humos: Primera
- Diámetro crítico (mm): 76 (3 pulgadas)
- Tiempo de permanencia en el taladro (días): 7

2.3. Definición de términos básicos

- Perforación: Según Computec, “Una de las operaciones más cruciales en la industria minera es la perforación; la perforación se basa en el mismo principio independientemente del método utilizado, en otras palabras la percusión y el giro continuo de un barreno hacen que cada giro corte la roca en una posición diferente”.
- Voladura: La voladura es uno de los medios principales de extracción de

minerales en las operaciones de minería a cielo abierto y subterránea. El objetivo principal de la operación de voladura es fragmentar la roca, lo que requiere una cantidad de explosivos en función de los parámetros de la roca sólida.

- **Explosivos:** Los explosivos son sustancias químicas que son inofensivas en condiciones normales de temperatura y presión, pero que pasan violentamente al estado gaseoso a través de un iniciador, lo que provoca un gran aumento de volumen, temperatura y presión.
- **Potencia explosiva:** La capacidad de aumentar la tensión muscular máxima en el menor tiempo posible se conoce como fuerza velocidad, también conocida como fuerza explosiva o potencia, es el tipo de fuerza que necesitamos para movernos rápidamente y con fuerza máxima.
- **Velocidad de detonación:** Las velocidades de detonación típicas de los explosivos generados por gases oscilan entre 1800 m/s y 3000 m/s. Las velocidades de explosivos sólidos suelen superar los 4000 m/s y los 10300 m/s.
- **Factor de carga:** Es una o varias sustancias químicas en estado sólido, líquido o gas, que al ser sometidas a una fuerza externa como golpe, fricción o calor, o bien a la electricidad estática o radiofrecuencia producen una explosión (mezcla Oxidante y Combustible = Explosivo).
- **Dinamita:** La dinamita es una mezcla de dióxido de silicio y nitroglicerina que se conoce por sus propiedades explosivas, desde que se descubrió en 1866, se ha utilizado ampliamente en todo el mundo, tanto para fines beneficiosos como para los más dañinos y crueles.
- **Emulsión:** Una emulsión es una combinación heterogénea de dos líquidos

que no se mezclan, un líquido se dispersa en una fase continua o dispersante, muchas emulsiones son de aceite y agua, con las grasas alimenticias como el tipo más común de aceite que se encuentra en la vida diaria.

- **Anfo:** El nitrato de amonio mezclado con fuel – oil (ANFO), es un producto de la familia de los explosivos pulverulentos, que se forma a partir de la mezcla de nitrato de amonio con petróleo Diesel. Si solo se utiliza nitroglicerina o un ANFO, que tiene un 94.39% de NA y un 5.61% de Diesel se produce una reacción con equilibrio de oxígeno.
- **Emulsión Bombeable:** Emulsión de agua en aceite para crear la emulsión UH100. Esta transformación en explosiva se lleva a cabo en el frente de trabajo mediante un proceso de sensibilización química. Como resultado, se obtiene un producto especialmente preparado para el carguío en perforaciones ascendentes de gran longitud, la mina El Brocal fue la primera en utilizar esta tecnología para uso subterráneo.
- **Emulsión Bombeable gasificada para voladura ascendente:** Este producto se bombea mecánicamente con equipos móviles diseñados especialmente para estos propósitos y es especialmente recomendable para perforaciones ascendentes de gran longitud (taladros Largos) y el desarrollo de galerías donde se requieren altos niveles de eficiencia y productividad, son agentes de voladura para perforaciones de diámetro intermedio.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso de la emulsión bombeable SAN G AURUM UP en voladuras masivas mejora la producción en los tajos de la zona norte de la mina El Brocal, Minas Buenaventura S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. El empleo de la emulsión bombeable SAN G AURUM UP incrementa la eficiencia en la voladura de producción mediante taladros largos ejecutados en forma ascendente.
- b. Utilizando la Emulsión Bombeable, SAN G AURUM UP, se mejora la fragmentación de la voladura de producción.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable dependiente (Y)

Y = Mejora del tonelaje de la producción masiva del mineral

2.5.2. Variables independientes (X)

X = Cantidad de emulsión bombeable en forma ascendente.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLLOGIA
IDENTIFICACION DE VARIABLES Variable dependiente (Y) Y = Mejora del tonelaje de la producción masiva del mineral Variables independientes (X) X = Cantidad de emulsión bombeable en forma ascendente.	Emulsión Bombeable. Emulsión tipo agua en aceite para la fabricación de Emulsión UH100. Esta transformación en explosiva se lleva a cabo en el frente de trabajo mediante un proceso de sensibilización química. Como resultado, se obtiene un producto especialmente preparado para el carguío en perforaciones ascendentes de gran longitud. Siendo la mina El Brocal la mina que está utilizando esta tecnología por primera vez para uso subterráneo. Emulsión Bombeable gasificada para voladura ascendente. Son agentes de voladura para perforaciones de diámetro intermedio, este producto se bombea en forma mecanizada con equipos móviles diseñados especialmente para estos propósitos y es especialmente recomendable para perforaciones ascendentes de gran longitud (taladros Largos), y desarrollo de galerías donde se requiere altos niveles de productividad y eficiencia	Explosivos Los explosivos son sustancias químicas que son inofensivas en condiciones normales de temperatura y presión, pero que pasan violentamente al estado gaseoso a través de un iniciador, lo que provoca un gran aumento de volumen, temperatura y presión. Potencia explosiva La fuerza velocidad, también llamada fuerza explosiva o potencia, es la capacidad de desarrollar tensiones musculares máximas en el menor tiempo posible. Es el tipo de fuerza que necesitamos para hacer movimientos con una velocidad explosiva y con una fuerza máxima. Velocidad de detonación Las velocidades de detonación habituales en explosivos producidos por gases toman valores desde 1800 m/s hasta 3000 m/s. Las velocidades típicas para explosivos sólidos muchas veces se extienden más allá de 4000 m/s hasta 10300 m/s. Factor de carga Es una o varias sustancias químicas en estado sólido, líquido o gas, que, al ser sometidas a una fuerza externa como golpe, fricción o calor, o bien a la electricidad estática o radiofrecuencia genera una explosión (mezcla Oxidante y Combustible = EXPLOSIVO).	Calidad de Explosivo Eficiencia explosiva Carguío de las emulsiones Granulometría del material disparado.	Equipo mecanizado de carguío de emulsión Master Truck. Carguío de forma vertical ascendente para taladros de gran longitud	Tipo: Descriptivo y correlacional. Nivel: Explicativo. Enfoque: Cuantitativo. Diseño: Descriptivo. Población: Muestra:

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Según Hernández S. (2014), es un tipo de investigación aplicativo porque busca "la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo". El uso del conocimiento de la investigación básica proporciona un valor significativo a este tipo de estudios.

3.2. Nivel de Investigación

Según Fernández C. (2014),, debido a que "se busca una explicación y determinación de los fenómenos", el nivel de investigación es explicativo, se pueden aplicar estudios de tipo predictivo en el contexto cuantitativo donde se pueda establecer una relación causal entre diversas variables. Esta investigación examina cómo la aplicación de emulsión bombeable mejora la producción en los tajos de la zona norte de la minera El Brocal.

3.3. Método de Investigación

3.3.1. Planificación y recopilación de datos

Se recopiló información técnica de la operación minera, se identificaron los tajos de prueba y se planificaron los parámetros de perforación y diseño de carga.

3.3.2. Trabajo de campo

Se ejecutaron voladuras utilizando emulsión bombeable SAN G AURUM UP en taladros largos perforados en forma ascendente. Durante esta fase se registraron datos operacionales, como el tonelaje producido, calidad de fragmentación, consumo de explosivos.

3.4. Diseño de Investigación

Según Hernández S. (2014), es descriptivo y correlacional debido a que se estudia la correlación entre las variables dependientes y las variables independientes, con análisis estadístico de regresión simple y múltiple.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población fueron las labores más representativas de la mina brocal comprendidos entre los tajos de Producción de la zona Norte, y sur.

La población involucrada en el estudio estará conformada por 10 pruebas de Voladura de los cuales se sacan las informaciones relacionadas al mejoramiento y la optimización de la voladura para el estudio en la unidad minera El Brocal.

3.5.2. Muestras

Para nuestro trabajo de investigación referencialmente se han tomado un tamaño muestras de pruebas de campo de TJ565N NV_4055, TJ 565N NV_4085; TJ 1253N NV_3922.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Observación estructurada

Se utilizó para registrar in situ las condiciones de ejecución de las voladuras, el cumplimiento de los parámetros operativos y la secuencia de carga con emulsión bombeable.

3.6.2. Medición directa

Se aplicó para cuantificar el tonelaje producido, verificar la eficiencia de la fragmentación y determinar el consumo de explosivos.

3.7. Técnica de Procesamiento y Análisis de datos

a) Técnicas de presentación y análisis de datos

Se utilizarán técnicas estadísticas descriptivas e inferencial para presentar y analizar los resultados obtenidos de campo, Se utilizará la prueba estadística de análisis de referencial de reportes y registros de resultados de las pruebas con el manejo de las variables del trabajo de investigación.

3.8. Tratamiento estadístico

Se requieren tener una adecuada estadística de todas las voladuras que se efectuaron durante la investigación, tiempos, profundidades, que permitan tener un adecuado control en los periodos para el propósito de la investigación.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

El presente trabajo de investigación se ejecutó teniendo en consideración los principios de la ética profesional, teniendo en cuenta de no perjudicar el

trabajo realizado ni el trabajo de otro autor, ya que los valores y principios son considerados como parte de la formación profesional.

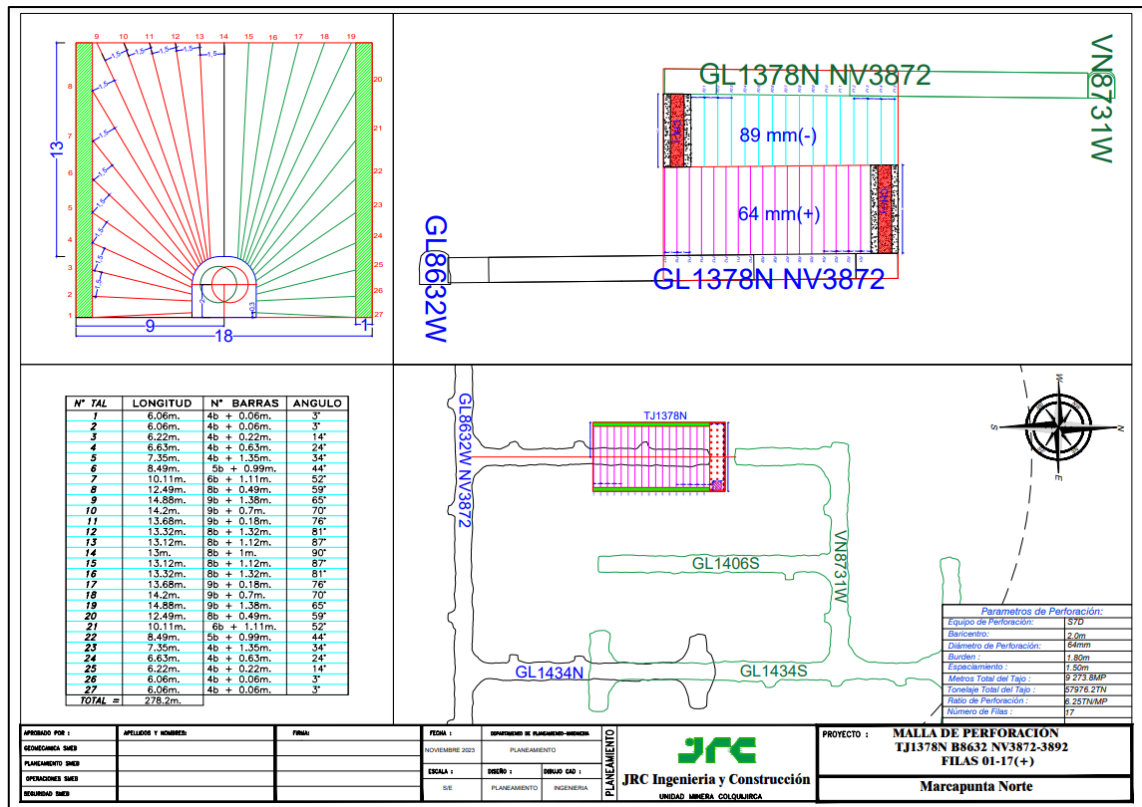
CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

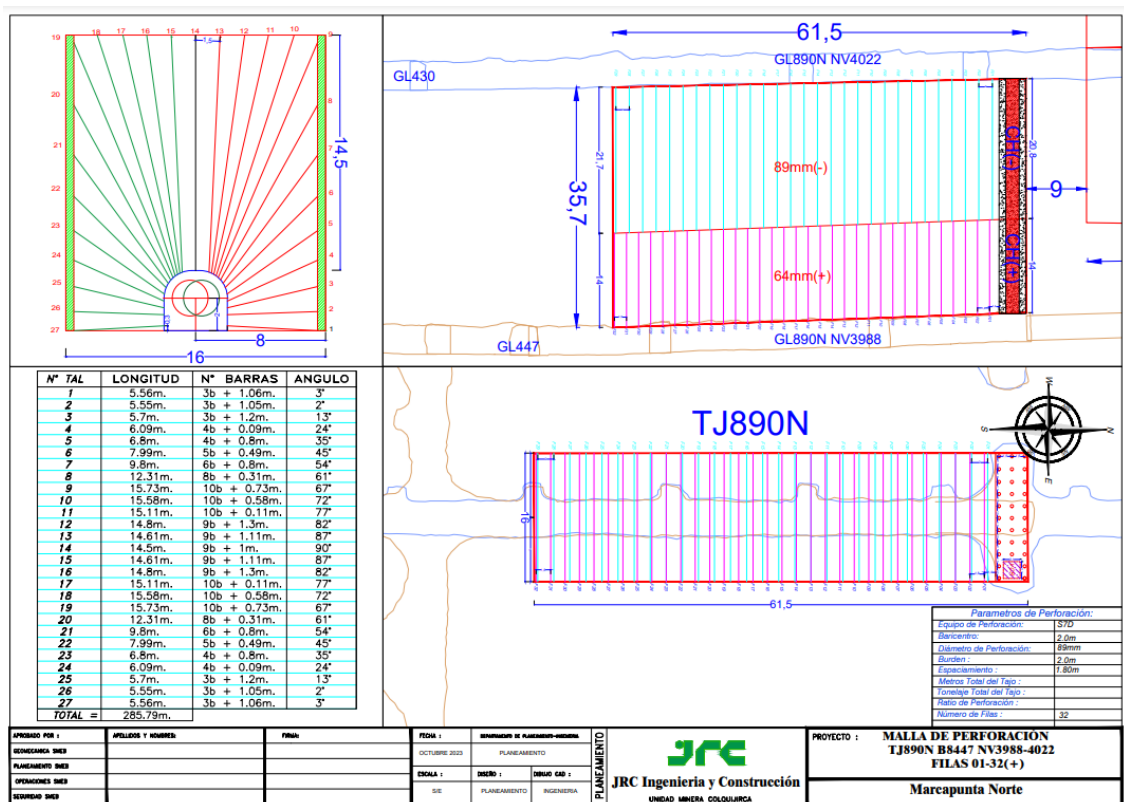
4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Diseño de Malla de Voladura

El diseño de perforación son proporcionadas por Sociedad minera El Brocal la cual tiene 4 diferentes diámetros de perforación y diferentes burden y espaciamientos, para un diámetro de 64 mm se tiene un burden y espaciamiento de 1.8 x 1.5 m respectivamente, para un diámetro de 79 mm se tiene un burden y espaciamiento de 1.9 x 1.7 m respectivamente para un diámetro de 89 mm se tiene un burden y espaciamiento de 1.9 x 1.7 m respectivamente para un diámetro de 100 mm se tiene un burden y espaciamiento de 2.0 x 1.8 m respectivamente, cabe recalcar que las pruebas se realizaron en diámetro de 64 mm y 89 mm.



Malla de 64mm fuente Sociedad Mineral El Brocal



Malla de 89mm fuente Sociedad Mineral El Brocal

4.1.2. Diseño de Carga

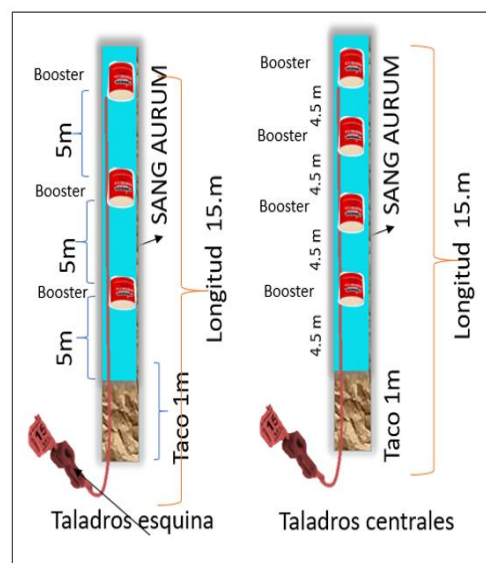
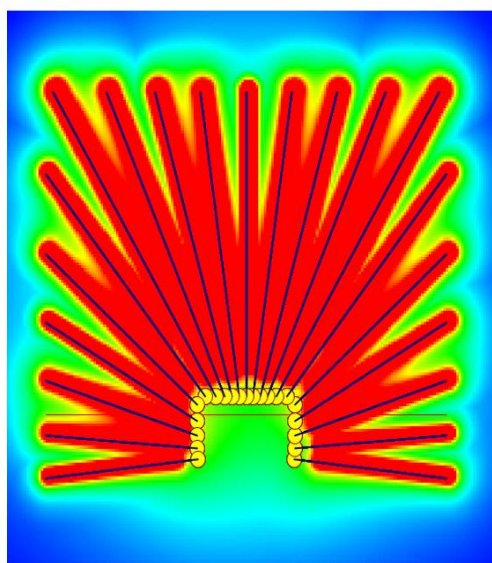
Para el diseño de carga explosiva se realiza con el método de medio burden la cual consiste en realizar al primero taladro un offset con la mitad del burden de diseño la cual corta en un punto al segundo y tercer taladro y de esa manera se realiza para el cuarto y quinto taladro realizando un offset al tercer taladro así teniendo cargas explosivas por taladro, este método nos ayuda para obtener el menor acoplamiento de cargas y así obtener una fragmentación homogénea y con las cargas explosivas adecuadas en cada taladro, se detalla diseño de carga

Datos de labor	
Nivel	3892
Block	B8632
Labor	TJ1378
Ch / Zanja / Fila	FILAS
Dirección Tal.	NEGATIVO
Tipo de Perfo.	RADIAL
N° Filas A Disparar	9

Parámetros de perforación	
Ancho (m)	18.0
Altura de Banco (m)	15.0
Ø de Perforación (mm)	76
Burden (m)	1.9
Espaciamiento (m)	1.7
Metros Perf. X Fila (MP)	200.8
N° Taladros Por Fila (unidad)	21
Toneladas Por Fila (Ton)	1,553.9
Toneladas total (Ton)	13,984.8
Volumen (m3)	4,370.2
Factor Carga (kg/m3)	1.6

Explosivos y Materiales Relacionados	
Fanel (und)	468
Booster (und)	468
Carmex	2
Mecha rápida	0.15
Cordon Detonante	90.0
Densidad final (g/cc)	1.0
San G-APU (Kg)	6,937.4
Total Explosivo (Kg)	6,937.4
KPI's	
Densidad lineal (kg/m)	4.54
Factor Potencia (kg/T)	0.50
Carga Operante (Kg/Ret)	0.0

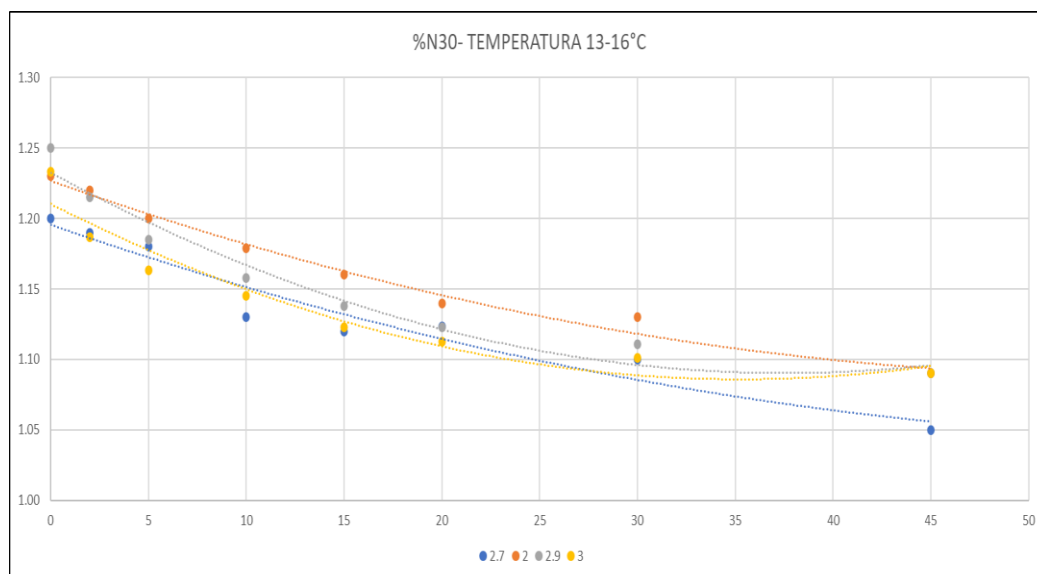
							Secuencia de Salida								
N° Tal	Long. Tal. (m)	Taco (m)	Long. de carga (m)	Emulnor 5000 1 1/2x12 (kg)	San G- APU (Kg)	Booster (und)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	6.41	1	5.41		24.6	2	6	8	10	12	14	16	17	18	19
2	6.38	1	5.38		24.4	2	6	8	10	12	14	16	17	18	19
3	6.76	1	5.76		26.1	2	5	7	9	11	13	15	16	17	18
4	7.66	1	6.66		30.2	2	5	7	9	11	13	15	16	17	18
5	9.04	1	8.04		36.5	2	4	6	8	10	12	14	15	16	17
6	10.95	1	9.95		45.2	3	4	6	8	10	12	14	15	16	17
7	12.07	3.5	8.57		38.9	2	3	5	7	9	11	13	14	15	16
8	11.46	1	10.46		47.5	3	3	5	7	9	11	13	14	15	16
9	11.05	3.5	7.55		34.3	3	2	4	6	8	10	12	13	14	15
10	10.83	1	9.83		44.6	3	2	4	6	8	10	12	13	14	15
11	15.6	1	14.60		66.3	4	1	3	5	7	9	11	12	13	14
12	10.83	1	9.83		44.6	3	2	4	6	8	10	12	13	14	15
13	11.05	3.5	7.55		34.3	3	2	4	6	8	10	12	13	14	15
14	11.46	1	10.46		47.5	3	3	5	7	9	11	13	14	15	16
15	12.07	3.5	8.57		38.9	2	3	5	7	9	11	13	14	15	16
16	10.95	1	9.95		45.2	3	4	6	8	10	12	14	15	16	17
17	9.04	1	8.04		36.5	2	4	6	8	10	12	14	15	16	17
18	7.66	1	6.66		30.2	2	5	7	9	11	13	15	16	17	18
19	6.76	1	5.76		26.1	2	5	7	9	11	13	15	16	17	18
20	6.38	1	5.38		24.4	2	6	8	10	12	14	16	17	18	19
21	6.41	1	5.41		24.6	2	6	8	10	12	14	16	17	18	19
TOTAL	200.8		169.82	0.00	770.83	52.0									



4.1.3. Control de Densidades

Para obtener una densidad óptima para la ejecución de una voladura es esencial realizar la toma de muestras de densidades en cada fila. Es indispensable medir la densidad inicial y final después de los 30 minutos después de gasificación del explosivo, es necesario realizar la toma de muestras cada 5 minutos en el vaso de copa debido a que es primordial ya que de esta densidad dependerá la velocidad de detonación, el poder rompedor, la energía del explosivo, aguante al agua.

Para cumplir con las especificaciones técnicas, el control de densidad durante el tiempo de prueba es vital para la emulsión gasificada y así poder generar unas curvas las cuales nos muestra los diferentes tipos de porcentajes de N30 para obtener una densidad de 1.0 a 1:20 gr/cc., en la tabla se detalla la gráfica relacionada la densidad, tiempo y porcentaje de N30 usado en campo para así poder obtener una densidad óptima para el desarrollo de la voladura.



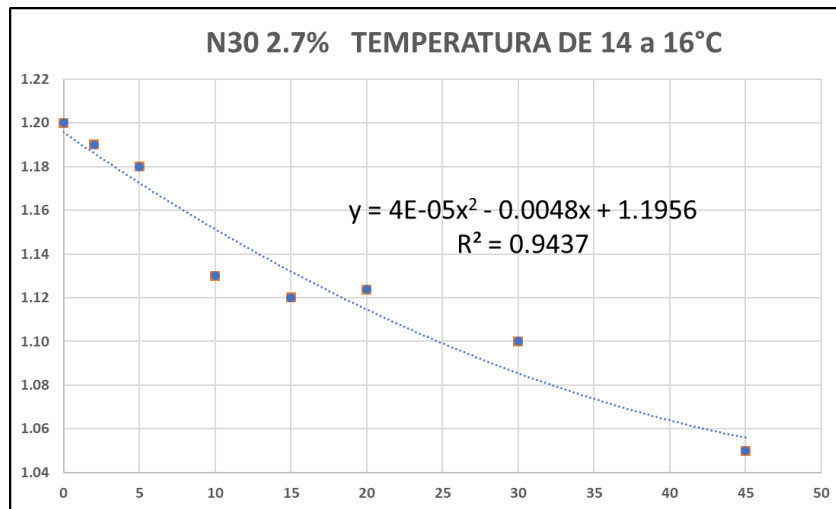
4.1.4. Abacos de Densidad

a) Abaco de Densidad con 2.7% de N30 Temperatura de 14 A 16°C

Este ábaco nos muestra que a un porcentaje de 2.7% de N30 en un rango de temperatura de 14 a 16 °C la densidad a los 45 minutos llega a una densidad de 1.05 gr/cc.

Estos datos fueron tomados en campo en base a varias tomas de muestras del comportamiento de las densidades en diferentes temperaturas, posterior a la toma de muestras se realizó evaluaciones en diferentes rangos de temperatura y se vio que los datos filtrados tienen un comportamiento uniforme en base al porcentaje de nitrito y temperatura.

En la gráfica siguiente se puede apreciar que la densidad final está en función de la temperatura y el tiempo de gasificación el cual se detalla en una fórmula polinómica que nos ayuda a la predicción de la densidad final en base a la temperatura, tiempo y porcentaje de nitrito se detalla gráfica.

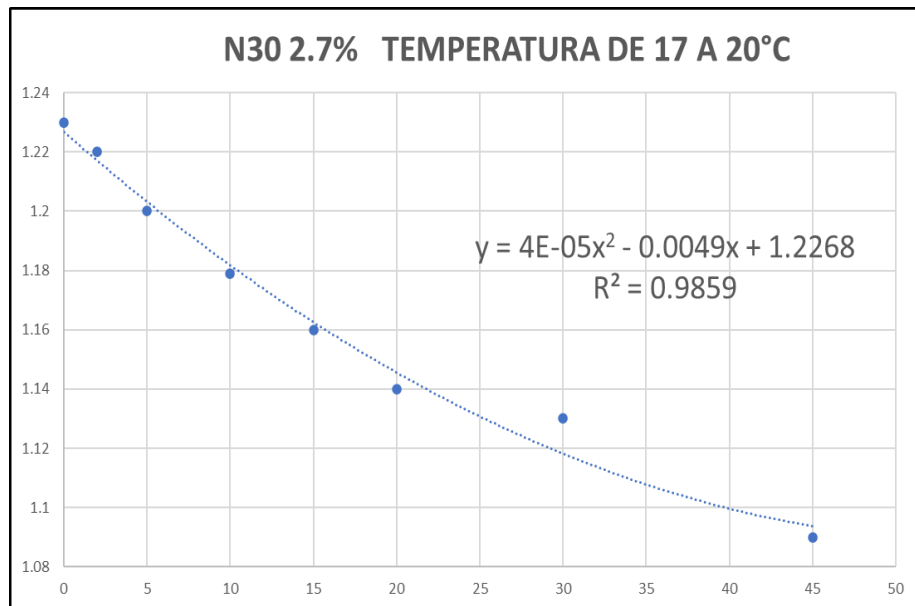


b) Abaco de densidad con 2.7% de n30 temperatura de 17 a 20°C

Este ábaco nos muestra que a un porcentaje de 2.7% de N30 y en un rango de temperatura de 17 a 20 °C la densidad a los 45 minutos llega a una densidad de 1.03 gr/cc.

Estos datos fueron tomados en campo en base a varias tomas de muestras del comportamiento de las densidades en diferentes temperaturas, posterior a la toma de muestras se realizó evaluaciones en diferentes rangos de temperatura y se vio que los datos filtrados tienen un comportamiento uniforme en base al porcentaje de nitrito y temperatura.

En la gráfica siguiente se puede apreciar que la densidad final está en función de la temperatura y el tiempo de gasificación el cual se detalla en una fórmula polinómica que nos ayuda a la predicción de la densidad final en base a la temperatura, tiempo y porcentaje de nitrito se detalla gráfica.

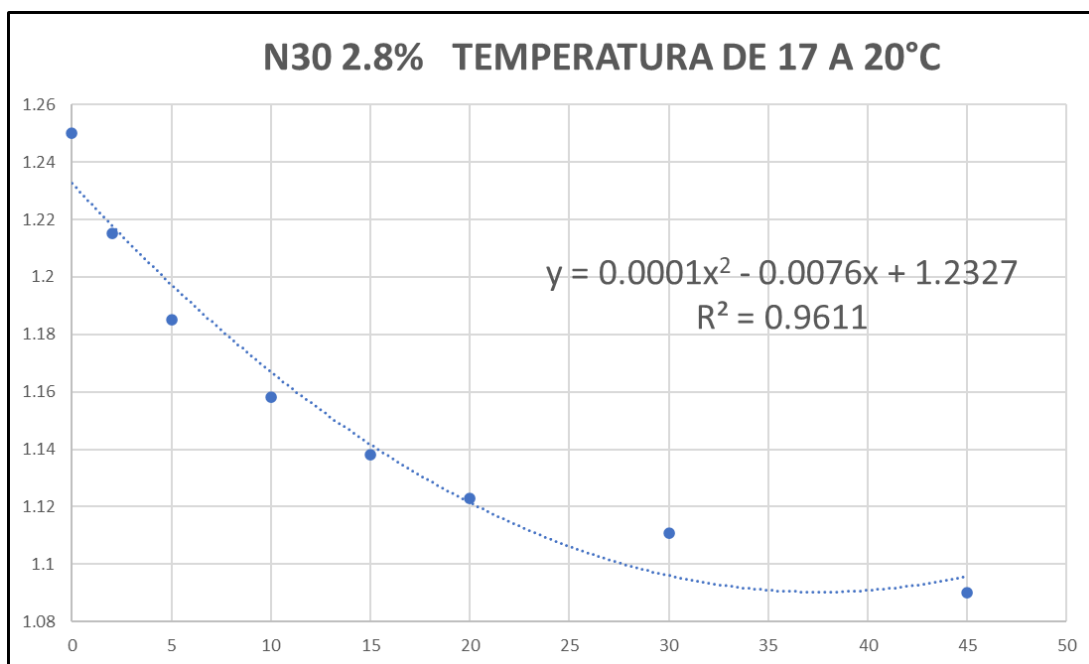


c) Abaco de Densidad con 2.8% de n30 Temperatura de 17 a 20 °C

Este ábaco nos muestra que a un porcentaje de 2.8% de N30 y en un rango de temperatura de 27 a 20 °C la densidad a los 45 minutos llega a una densidad de 1.08 gr/cc.

Estos datos fueron tomados en campo en base a varias tomas de muestras del comportamiento de las densidades en diferentes temperaturas, posterior a la toma de muestras se realizó evaluaciones en diferentes rangos de temperatura y se vio que los datos filtrados tienen un comportamiento uniforme en base al porcentaje de nitrito y temperatura.

En la gráfica siguiente se puede apreciar que la densidad final está en función de la temperatura y el tiempo de gasificación el cual se detalla en una fórmula polinómica que nos ayuda a la predicción de la densidad final en base a la temperatura, tiempo y porcentaje de nitrito se detalla gráfica.

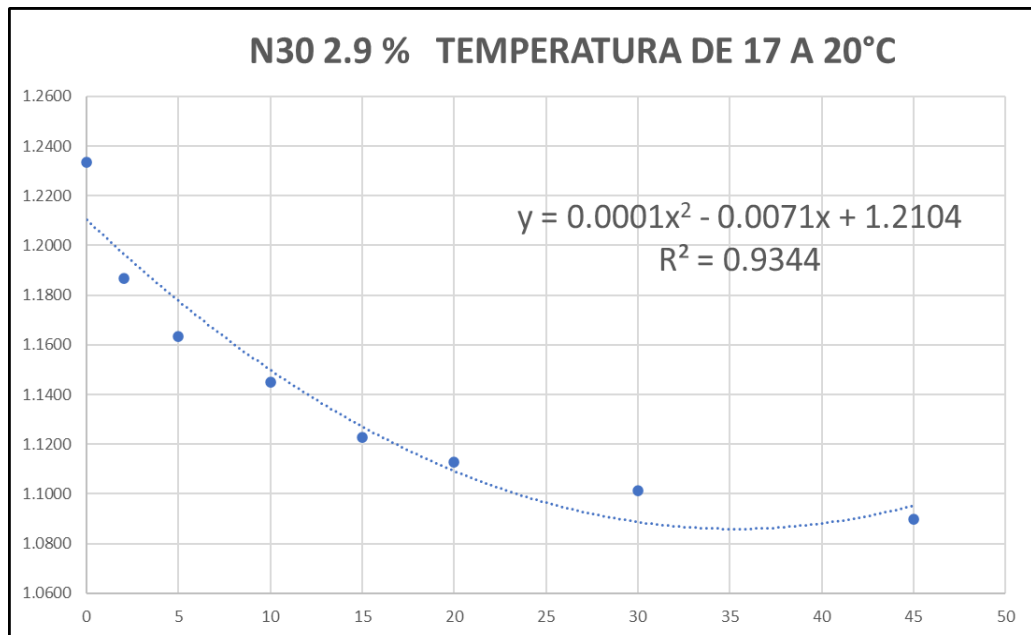


d) Abaco de Densidad con 2.9 % de n30 Temperatura de 17 a 20°C

Este ábaco nos muestra que a un porcentaje de 2.9% de N30 y en un rango de temperatura de 27 a 20 °C la densidad a los 45 minutos llega a una densidad de 1.10 gr/cc.

Estos datos fueron tomados en campo en base a varias tomas de muestras del comportamiento de las densidades en diferentes temperaturas, posterior a la toma de muestras se realizó evaluaciones en diferentes rangos de temperatura y se vio que los datos filtrados tienen un comportamiento uniforme en base al porcentaje de nitrito y temperatura.

En la gráfica siguiente se puede apreciar que la densidad final está en función de la temperatura y el tiempo de gasificación el cual se detalla en una fórmula polinómica que nos ayuda a la predicción de la densidad final en base a la temperatura, tiempo y porcentaje de nitrito se detalla gráfica.



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

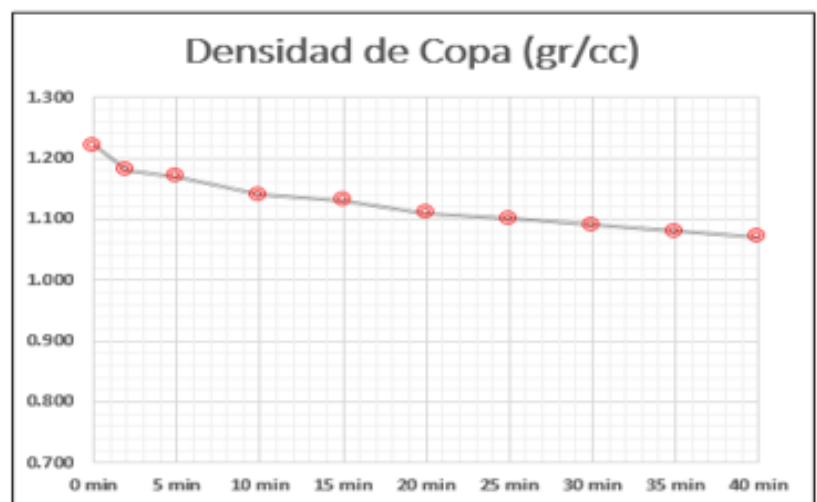
4.2.1. Densidad final del explosivo en el TJ 1518 NV-3922

En el TJ 1518 NV-3922 B347 se tomó muestras de densidades para evaluar la predicción de la ecuación polinómica el cual se detalló líneas arriba.

Se obtuvo resultados óptimos con la evaluación de 2.8% de inyección de nitrito y a una temperatura de la emulsión a granel de 18 °C.

Taladros Centrales de la Fila 1-2-3

VASO N°01	
Tiempo (min)	Densidad (gr/cc)
0 min	1.220
2 min	1.180
5 min	1.170
10 min	1.140
15 min	1.130
20 min	1.110
25 min	1.100
30 min	1.090
35 min	1.080
40 min	1.070

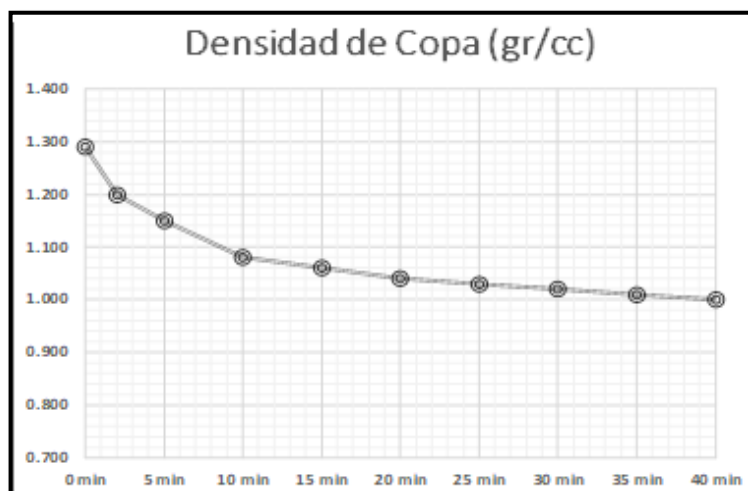


4.2.2. Densidad final del explosivo en el TJ 565 NV - 4055

En el TJ 565 NV-4055 B8600 se tomó muestras de densidades para evaluar la predicción de la ecuación polinómica el cual se detalló líneas arriba.

Se obtuvo resultados óptimos con la evaluación de 2.7% de inyección de nitrito y a una temperatura de la emulsión a granel de 17 °C

VASO N°01	
Tiempo (min)	Densidad (gr/cc)
0 min	1.290
2 min	1.200
5 min	1.150
10 min	1.080
15 min	1.060
20 min	1.040
25 min	1.030
30 min	1.020
35 min	1.010
40 min	1.000



4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Validación de Hipótesis General

El uso de la emulsión bombeable SAN G AURUM UP en voladuras masivas mejora la producción en los tajos de la zona norte de la mina El Brocal, Minas Buenaventura S.A.

La aplicación de la emulsión bombeable SAN-G AURUM UP en voladuras masivas ha demostrado mejoras significativas en la productividad de los tajos ubicados en la zona norte de la mina El Brocal, operada por Compañía de Minas Buenaventura S.A. Durante el periodo de prueba, se evidenció un incremento sostenido en las toneladas voladas mensualmente, atribuible a la mecanización del proceso de carguío de taladros, lo cual resalta la eficiencia y versatilidad del equipo utilizado. Asimismo, la fragmentación obtenida fue

consistentemente inferior a la granulometría objetivo (4 pulgadas), lo que optimizó la operación subsiguiente de carguío con equipos scoop, al reducirse significativamente las interrupciones por presencia de bolonería o formación de bancos residuales en los tajos. En septiembre, se registró una disminución en las toneladas voladas, atribuida a la limitada habilitación de nuevos tajos de producción, consecuencia directa del mayor avance logrado en meses anteriores.

4.3.2. Prueba de Hipótesis Específica N° 1

El empleo de la emulsión bombeable SAN G AURUM UP incrementa la eficiencia en la voladura de producción mediante taladros largos ejecutados en forma ascendente.

La utilización de la emulsión bombeable SAN-G AURUM UP ha permitido incrementar la eficiencia en las voladuras de producción mediante el uso de taladros largos ejecutados en sentido ascendente. Este tipo explosivo empleado, ha favorecido una fragmentación homogénea del macizo rocoso, lo que se traduce en una optimización del ciclo de carguío con equipos scoop, al minimizar las interrupciones operativas causadas por bolonería.

4.3.3. Prueba de Hipótesis Específica N° 2

Utilizando la Emulsión Bombeable, SAN G AURUM UP, se mejora la fragmentación de la voladura de producción.

Los resultados obtenidos indican un P80 de 4.47 y 4.76 pulgadas en las pruebas realizadas, lo que evidencia que el desempeño del explosivo es eficiente, alcanzando una distribución granulométrica homogénea y alineada con los parámetros de diseño establecidos para la voladura

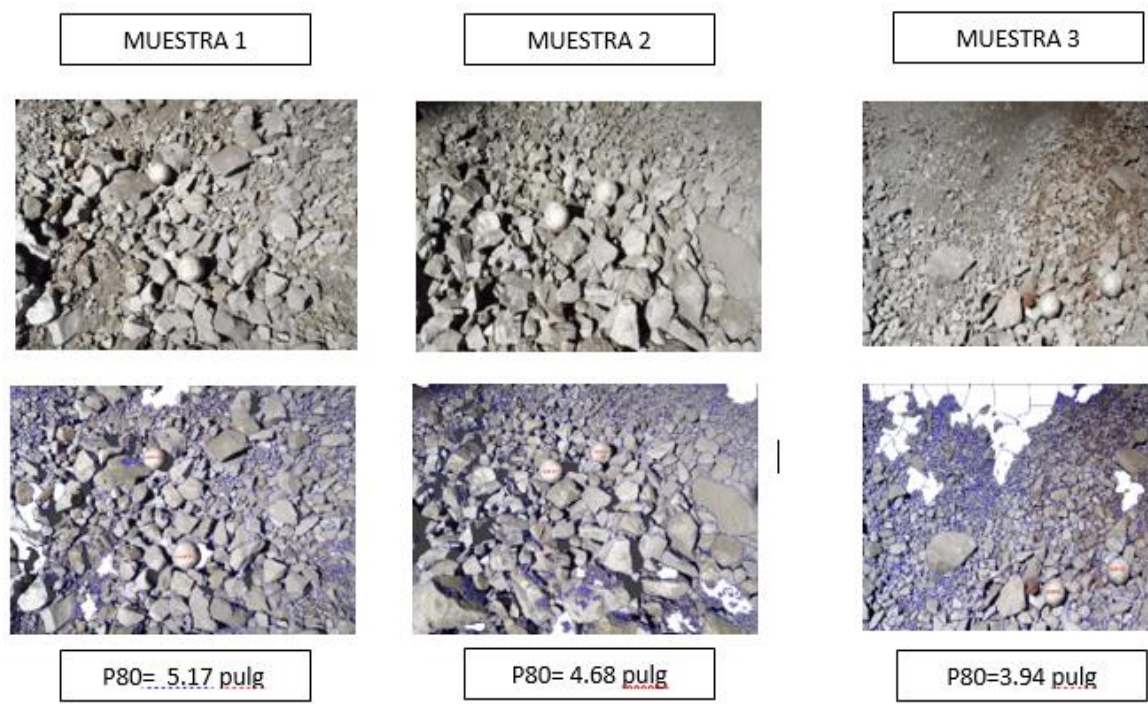
4.4. Discusión de Resultados

4.4.1. Resultados de fragmentación del TJ 565 NV_4055

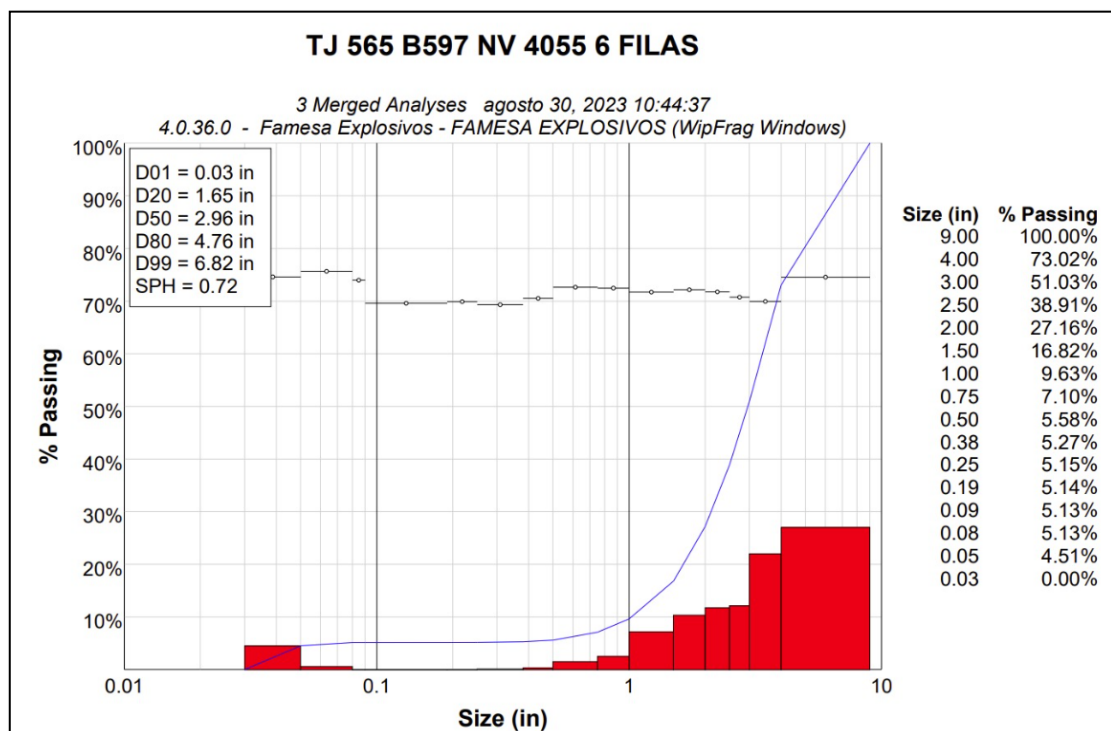
Análisis de la Fragmentación; Analizando el material después de la tanda de disparo se han obtenido los siguientes resultados en el TJ 565 NV_4055. Post voladura.

Figura 1. Resultados de las muestras del TJ 565 NV_4055





Fuente: Elaboración Propia



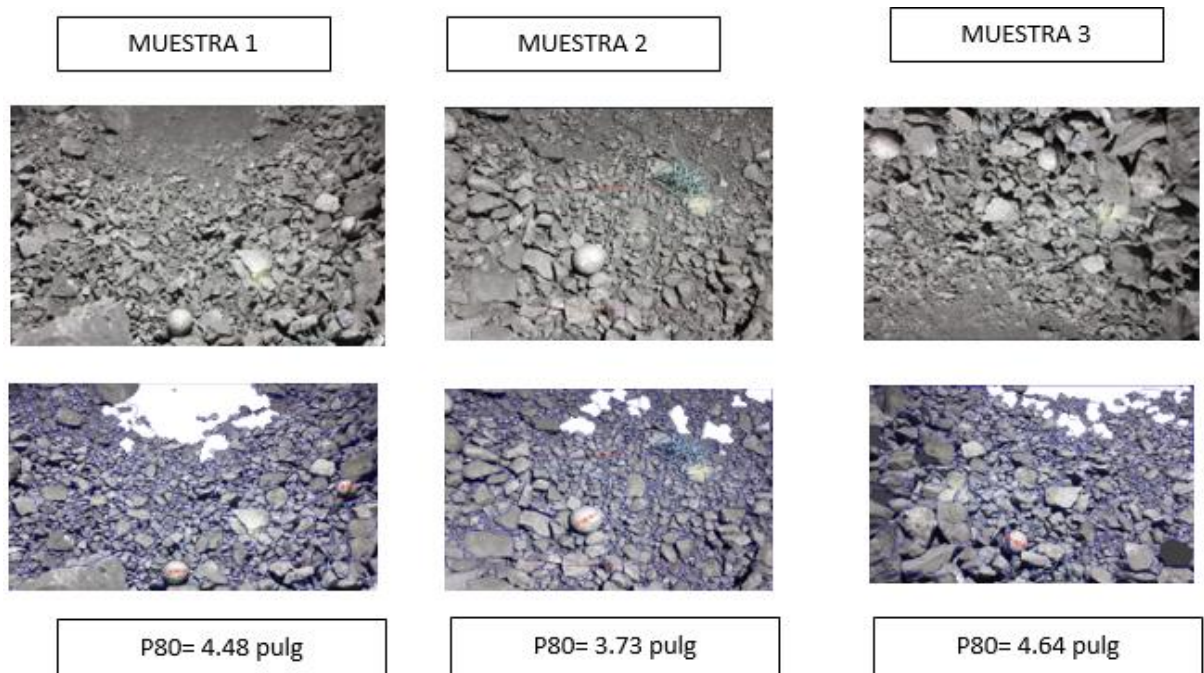
Fuente: Software especializado de fragmentación

Análisis: La grafica representa el promedio del análisis de las muestras tomadas post voladura obteniendo un **P80 promedio de 4.76 pulg.**

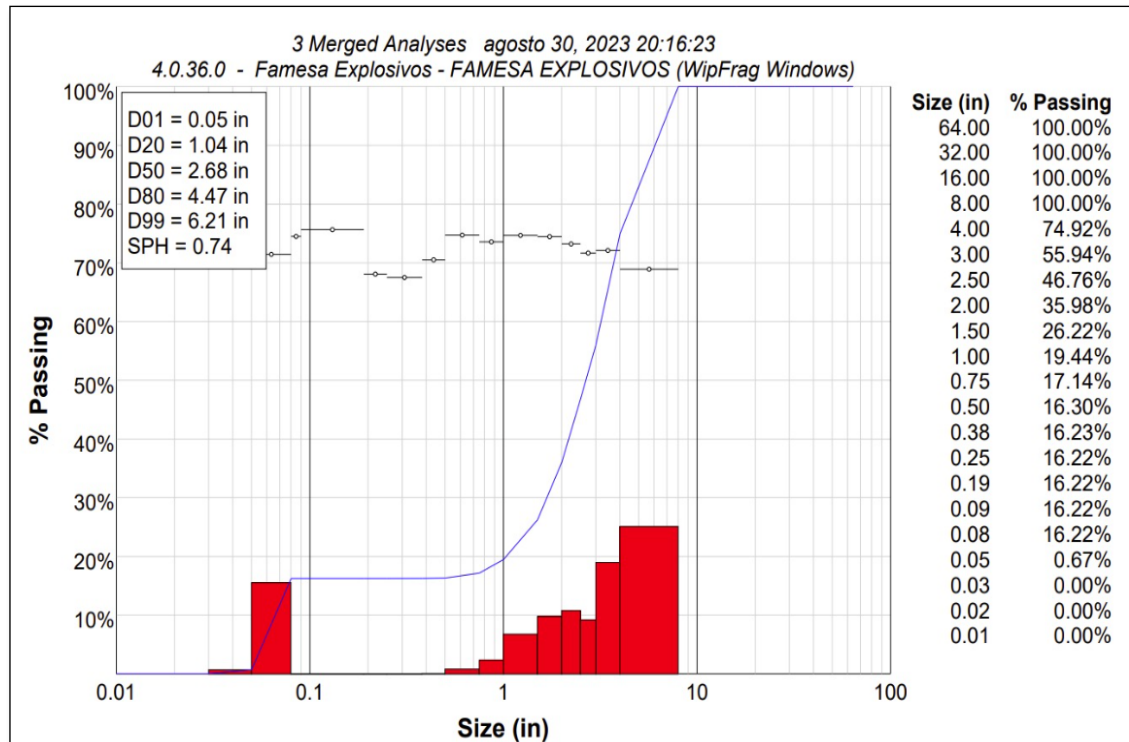
4.4.2. Resultados de fragmentación del TJ 1518 NV_3922

Análisis de la Fragmentación; Analizando el material después de la tanda de disparo se han obtenido los siguientes resultados en el TJ 1518 NV_3922. Post voladura.

Figura 2. Resultados de las muestras del TJ 1518 NV_3922



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Software especializado de fragmentación

La grafica representa el promedio del análisis de las muestras tomadas post voladura obteniendo un **P80 promedio de 4.47 pulg.**

4.4.3. Análisis de Daño

- a. **VPP:** Es la velocidad de vibración máxima que soporta el macizo rocoso antes de que falle por tracción es.

$$VPP_c = \frac{\sigma_t \times V_P}{E}$$

Donde:

σ_t = Resistencia a la tracción

E = Modulo de Young

Fórmula de Velocidad Pico Partícula crítica.

$$V_P = \text{Velocidad de la onda P} = 3500 + 1000 \log(Q)$$

Fórmula de Velocidad de Onda P

Tabla 2. Ley de atenuación elaboración propia

GSI	σ_c (Mpa)	σ_t (Mpa)	γ (MN/m3)	"mi"	mb	Smr	Emr (Mpa)	Poisson "v"
55	100	5.4	0.031	12	2.515	0.004714	14095	0.24

σ_c (Mpa) = Resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta.

σ_t (Mpa) = Resistencia a la tracción de la roca intacta.

γ (MN/m3) = Peso específico de la roca intacta.

mi, mb y S = Constantes del macizo rocoso.

Emr (Mpa) = Modulo de Young del macizo rocoso.

Fuente: Geomecánica SMEB

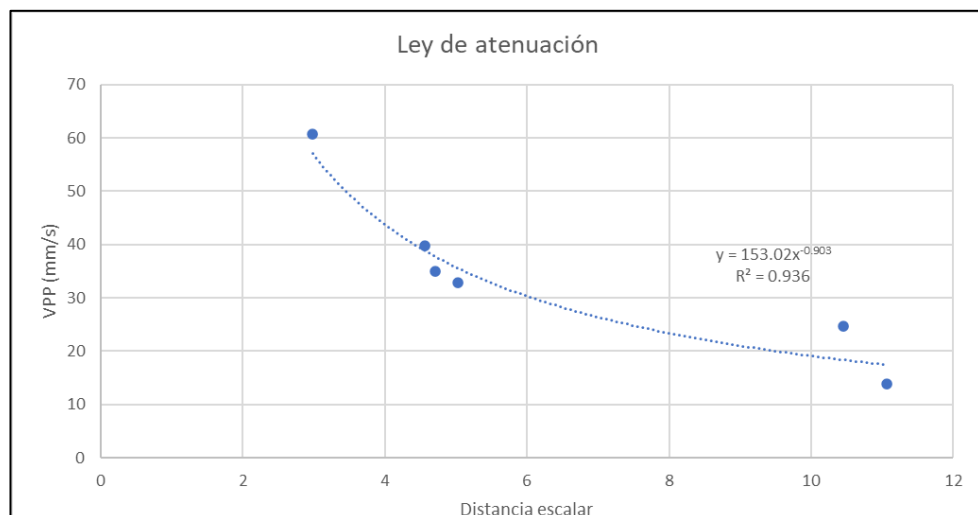
$$VPP_c = \frac{5.4 \times 3693}{14.095} = 1414.84 \text{ mm/s}$$

MCKENZIE									
Extender Fracturas VPPc/4				Nuevas Fracturas VPPc			Intenso Fracturamiento 4*VPPc		
353.72 mm/s				1414.89 mm/s			5659.59 mm/s		
353.72								5,659.56	

Según el criterio de falla de Dr. Cameron McKenzie.

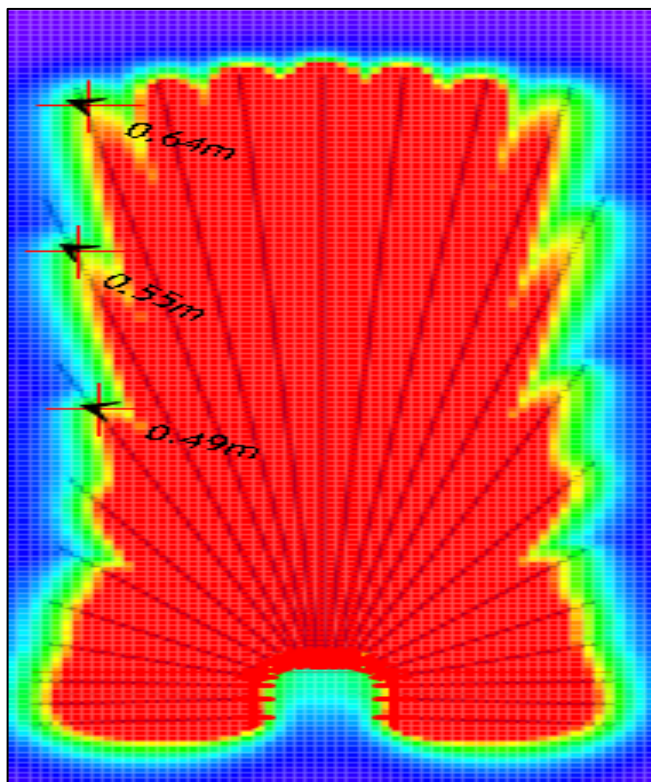
- b. Ley de Atenuación:** Se han realizado 8 registros en esta zona con un sismógrafo de 2 geófonos, teniendo un total de 16 muestras, de las cuales se utilizarán 6 para realizar el modelo de atenuación con

Figura 3. Ley de atenuación elaboración propia



Con el modelo de atenuación se pueden calcular las constantes K (Factor de amplitud) = 153.02 y α (Factor de atenuación) = -0.936

Daño generado: Se realizó una simulación mediante el software especializado en voladura, en donde se evidencia que el daño generado por la voladura es de 55 cm. hacia los contornos.

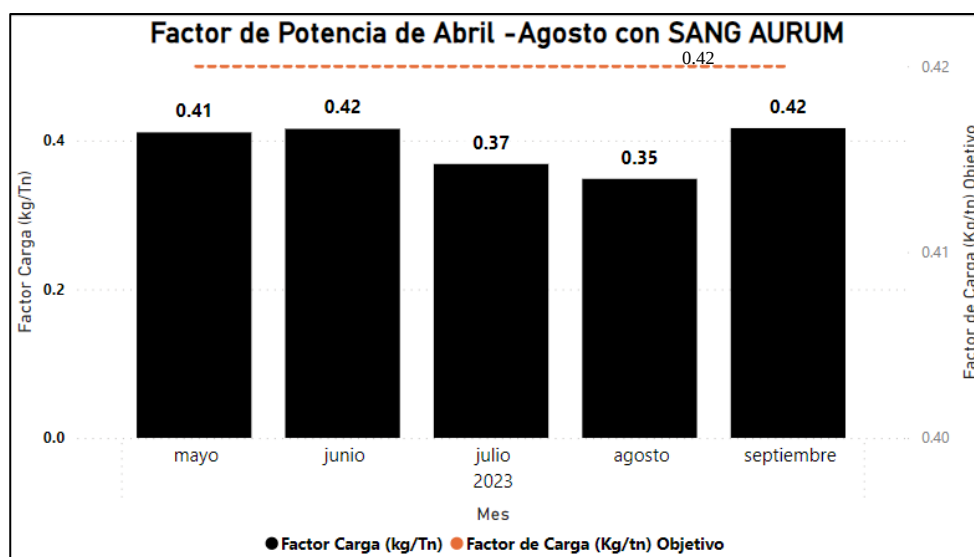


Fuente: Elaboración con software especializado.

4.4.4. Factor de Carga (kg/tn) 2023

Durante los meses de prueba el factor de potencia promedio en los tajos disparados estuvieron por debajo del objetivo del factor de potencia requerida por la empresa minera sociedad minera El Brocal.

En el mes de agosto se tiene un factor de potencia de 0.35 Kg/tn siendo este el valor más bajo durante la prueba demostrando así la eficiencia de la emulsión a granel.

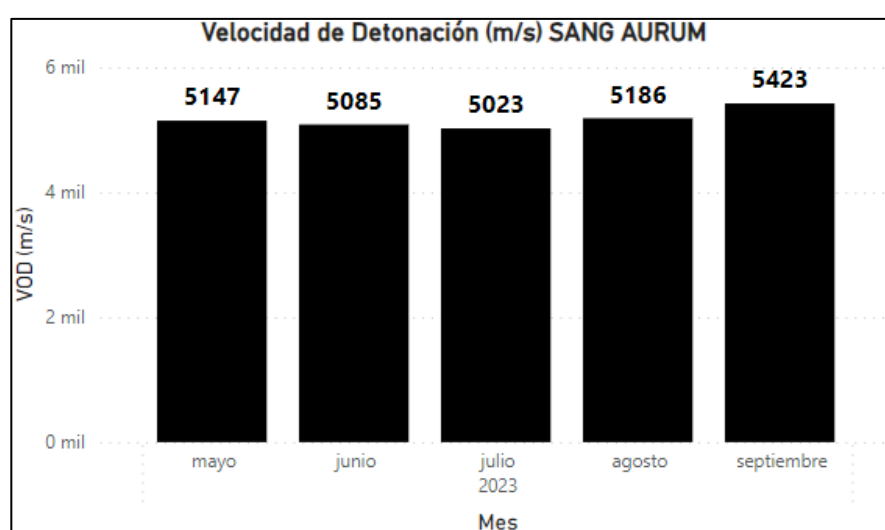


Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Velocidad de Detonación (m/s) – 2023

Durante los meses de prueba las mediciones de la velocidad de detonación que se obtuvieron en los tajos disparados estuvieron por encima del agente de voladura (Superfam Dos) que se usaba antes de la llegada de la emulsión a granel.

Durante las pruebas se observa que la velocidad de detonación de la emulsión a granel es uniforme y superior a la velocidad de detonación del Superfam Dos.

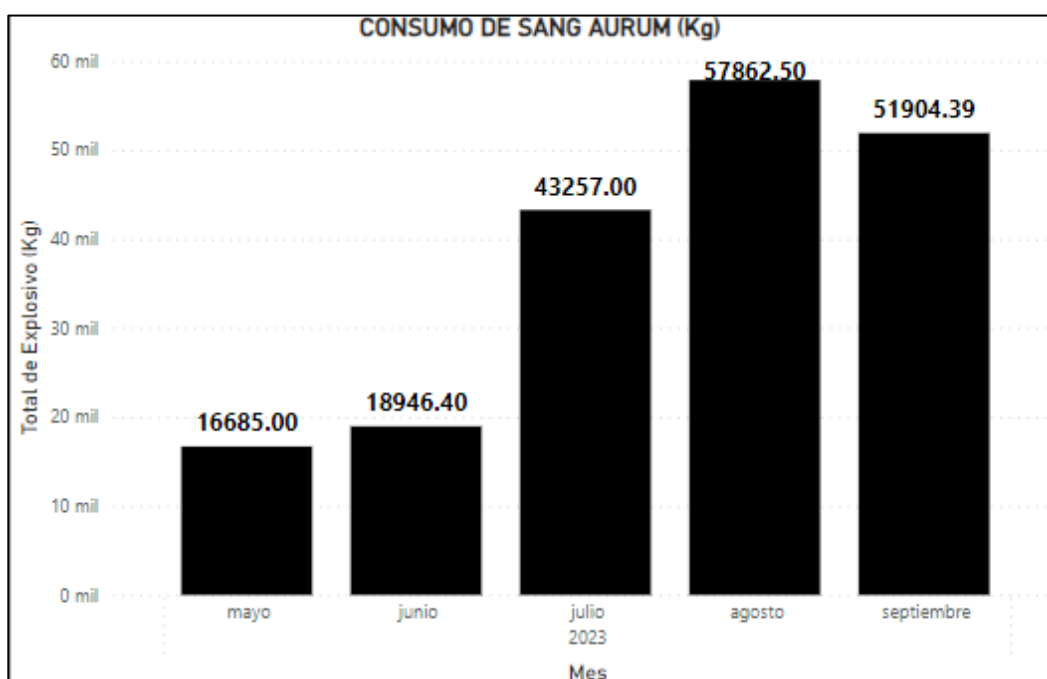


Fuente: Elaboración Propia

4.4.6. Consumo de Explosivos (Tn) – 2023

Durante los meses de prueba se observa el incremento de consumo de la emulsión a granel por cada mes debido a que a que el carguío de taladros es realizado por un equipo mecanizado demostrando la versatilidad del equipo la cual ayuda que el operario de voladura realiza menor esfuerzo físico con esto se crea un bienestar a los trabajadores en comparación con otros equipos de carguío.

Durante las pruebas se observa un descenso en las toneladas en el mes de setiembre debido a la falta de desarrollo y habilitación de los tajos de producción debido al incrementos de las toneladas voladas en los meses anteriores.



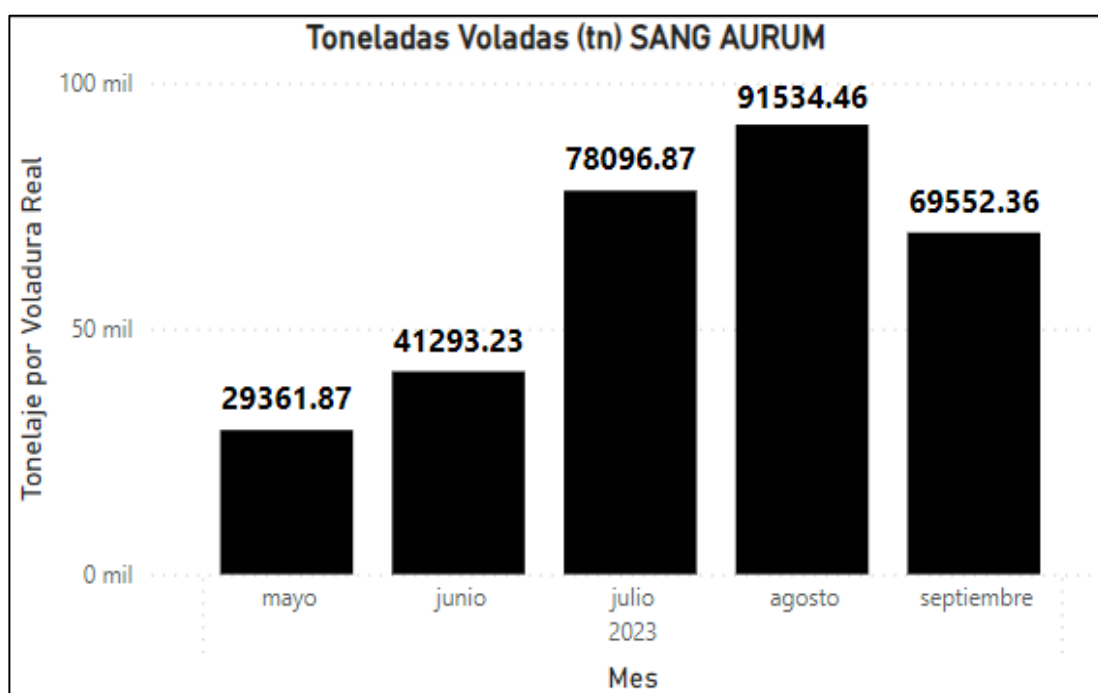
Fuente: Elaboración Propia

4.4.7. Toneladas Voladas (tn) – 2023

Durante los meses de prueba se observa el incrementos de toneladas voladas por cada mes debido a que a que el carguío de taladros es realizado por un equipo mecanizado demostrando la versatilidad del equipo, además de esto la fragmentación obtenida en la voladuras es inferior a la línea objetiva (4 in) y esto beneficia a la siguiente operación unitaria de carguío mediante scoop porque esto

se dedica solo a realizar a la limpieza de los tajos sin demoras operativas por bolonería o bancos en los tajos.

Durante las pruebas se observa un descenso en las toneladas en el mes de setiembre debido a la falta de desarrollo y habilitación de los tajos de producción debido al incremento de las toneladas voladas en los meses anteriores.



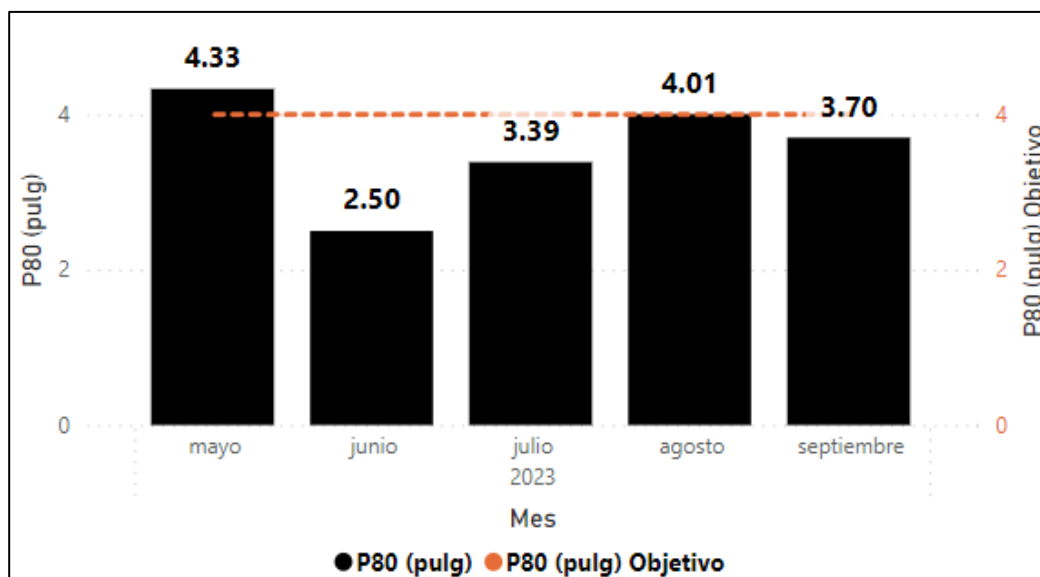
Fuente: Elaboración Propia

4.4.8. Fragmentación P80 (in) – 2023

Durante los meses de prueba se observa el comportamiento de la granulometría obtenida después de evaluaciones post voladura teniendo mejores resultados, en los meses de mayo, junio y setiembre se tiene una granulometría por debajo del objetivo de 4 in.

En el mes de mayo se tiene una granulometría superior al objetivo esto es debido a que se tenía zonas de óxido en los tajos disparados, estas franjas de óxido hacían que la energía del explosivo se disipe entre ellos y no cumpla la función

de fragmentar la roca sin embargo la emulsión a granel muestra su mejor performance obteniendo un resultado favorable la cual es muy cercano a línea de objetivo.



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- Se logró una producción de mineral, total de 309,838.79 toneladas rotas durante las pruebas desde el mes de mayo, junio, julio, agosto y setiembre así demostrando el buen desempeño del explosivo durante estos 5 meses.
- El promedio de factor de potencia durante las pruebas es de 0.39 Kg/tn.
- El análisis granulométrico promedio del P80 obtenida con la emulsión SAN G AURUM UP es de 3.58 pulgadas, este valor demuestra el buen performance en la fragmentación en la unidad mineral El Brocal.
- Al ponderar los resultados de las voladuras realizadas con SAN G AURUM UP la velocidad detonación (VOD) promedio obtenido es de 5004.27 m/s, por lo tanto, la presión de detonación en el taladro generada por el SAN G AURUM UP está cumpliendo lo especificado en las fichas técnicas de ambos productos.
- Con datos de la ficha técnica y de campo se calcula la energía consumida por TN rota el SAN G AURUM UP+ 319.5 kcal/TN.
- De acuerdo con la información se observa que las voladuras con SAN G AURUM UP en su mayoría son voladuras masivas por lo tanto esto ayuda a obtener mejor fragmentación por alta carga operante e interacción de ondas.
- Durante el carguío de taladros positivos con emulsión SAN G AURUM UP en presencia de taladros húmedos se evidencia alto rebote llegando hasta 12% (En taladros secos el rebote es 0%).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para el procedimiento de carguío mecanizado con SAN G AURUM UP en los taladros, es muy importante verificar que malla este perforado según diseño de planeamiento para así obtener mallas perforadas con menor desviación de taladros.
2. Realizar capacitaciones constantes a todo el personal involucrado en el uso y manipulación de la emulsión gasificable SAN G AURUM UP, para lograr un desempeño óptimo del mismo y obtener máxima seguridad para el personal.
3. Es importante que los encargados del área de mantenimiento, calibren el equipo de carguío cada semana, para poder obtener datos exactos al momento del despacho de la emulsión gasificable SAN G AURUM UP hacia los taladros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, D. (2017). *Aplicación del tajeo por subniveles con taladros largos para optimizar recursos en la mina Caridad, Compañía Minera Huancapeti S.A.C.* Tesis pregrado. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, Huaraz.
- Hinostroza, E. (2019) *Implementación de malla de perforación y voladura de taladros largos para evaluar los costos operativos en el método de explotación sublevel stoping en la mina subterránea Marcapunta Sur-El Brocal.* Tesis de pregrado. Universidad Continental. Huancayo.
- López, W. (2013). *Aplicación de taladros largos en Compañía Minera San Judas S.A. Lima, Perú.* Tesis de pregrado. UNI. Lima.
- Saforas, J. (2012). *Evaluación Técnica económica del minado por Subniveles con Taladros largos en mantos para incrementar la producción - U.E.A. Colquijirca de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.* Tesis pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.
- Valderrama, S. (2002). *Pasos para Elaborar Proyectos y Tesis de Investigación Científica.* Edt. San Marcos Primera Edición. Lima.
- Alzamora, D (2003). *Optimización de perforación y voladura con taladros largos en tajos de producción. Zona magistral centro. Empresa minera Trevali Perú S.A.C. Unidad Minera Santander. Región Lima 2021.* Tesis pregrado Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Famesa Ecplosivos S.A.C (2019) *Manual de perforación y voladura.* COSAS studio.
- ISEE (2008). *Manual del Especialista en voladura.* International Society of explosives engineers.
- EXSA S.A. *Manual Práctico de Voladura.* 5ta edición. Exsa.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

Metodología de la investigación (6.^a ed.)

SALCEDO J (2020). Evaluación técnica de la voladura en la compañía minera

Corihuarmi Tesis pregrado Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Lopez C (2003). Manual de perforación y voladura. Graficas Arias Montano S.A Madrid.

ALCAINO J (2018). Uso de emulsión en el desarrollo horizontal del proyecto mina

chuquicamata subterránea Tesis pregrado Universidad de Chile.

CAPCHA G (2023). Análisis comparativo del uso de la emulsión gasificante (San – g) y

el Slurrex – g, en la voladura, en compañía minera Coimolache S.A. Unidad

Tantahuatay. Tesis pregrado Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

ALCOCER E (2020). Propuesta del uso de emulsión gasificada en el carguío de taladros

para reducir los costos en voladura en una mina a tajo abierto con depósitos tipo

Skarn, Arequipa 2020. Tesis de pregrado Universidad Continental.

ANEXOS

Anexo A

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS POST VOLADURA SAN G AURUM

UP / ANFO: SAN G AURUM UP

Mes	Fecha	Labor	Tipo de Emulsion	Total de Explosivo (Kg)	Tonelada rota por voladura (Tn)	P80 (pulg)	VOD (m/s)	Factor Carga (kg/Tn)
Marzo	28/03/2023	TJ 1555	SANG AURUM UP+	2724.00	7996.80	6.75	N/R	0.34
Abril	13/04/2023	TJ 8849	SANG AURUM UP+	1123.00	2332.80	3.66	4868.6	0.48
Abril	18/04/2023	TJ 8849	SANG AURUM UP+	1315.28	2332.80	3.96	4761.00	0.56
Abril	20/04/2023	TJ 8849	SANG AURUM UP+	1263.78	2332.80	3.87	N/R	0.54
Abril	21/04/2023	TJ 1203	SANG AURUM UP+	3204.87	8812.80	4.79	5073.4	0.36
Abril	23/04/2023	TJ 1653	SANG AURUM UP+	1240.00	1523.20	6.67	4978.6	0.81
Abril	27/04/2023	TJ 8648	SANG AURUM UP+	935.00	1175.04	7.17	N/R	0.80
Mayo	1/05/2023	TJ6825	SANG AURUM UP+	1147.00	3179.52	4.33	N/R	0.36
Mayo	6/05/2023	TJ 12335	SANG AURUM UP+	1136.00	2181.12	6.4	5077.3	0.52
Mayo	10/05/2023	TJ 9205	SANG AURUM UP+	3192.00	7392.38	4.52	N/R	0.43
Mayo	11/05/2023	TJ 6405	SANG AURUM UP+	1458.00	2764.80	6.8	N/R	0.53
Mayo	18/05/2023	TJ 1438	SANG AURUM UP+	1068.00	2618.88	5.16	N/R	0.41
Mayo	18/05/2023	TJ 1438	SANG AURUM UP+	248.00	571.39	5.16	N/R	0.43
Mayo	21/05/2023	TJ1753	SANG AURUM UP+	494.00	1119.74	5.8	N/R	0.44
Junio	14/06/2023	TJ1246	SANG AURUM UP+	2228.40	4915.20	5.5	N/R	0.45
Junio	16/06/2023	TJ 690	SANG AURUM UP+	3223.00	7257.00	6.5	5085	0.44
Junio	20/06/2023	TJ 690	SANG AURUM UP+	3248.00	5759.52	4.6	N/R	0.56
Julio	4/07/2023	TJ590	SANG AURUM UP+	3224.00	6319.10	4.2	N/R	0.51
Julio	6/07/2023	TJ1733	SANG AURUM UP+	5563.00	10851.84	4.8	N/R	0.51
Julio	9/07/2023	TJ590	SANG AURUM UP+	5624.00	12312.58	2.8	N/R	0.46
Julio	10/07/2023	TJ1007	SANG AURUM UP+	2295.00	4729.54	4.4	N/R	0.49
Julio	19/07/2023	TJ5905	SANG AURUM UP+	4245.00	11520.00	2.27	0	0.37
Promedio de SANG AURUM UP +				50199.33	109998.85	5.01	4263.41	0.49

Anexo B

Equipo de carguío automático del ANFO: SAN G AURUM UP



Anexo C
Muestreo de densidades en el Kit de Densidades



Anexo D
Carguío de Taladros largos



Anexo E
Toma de temperatura

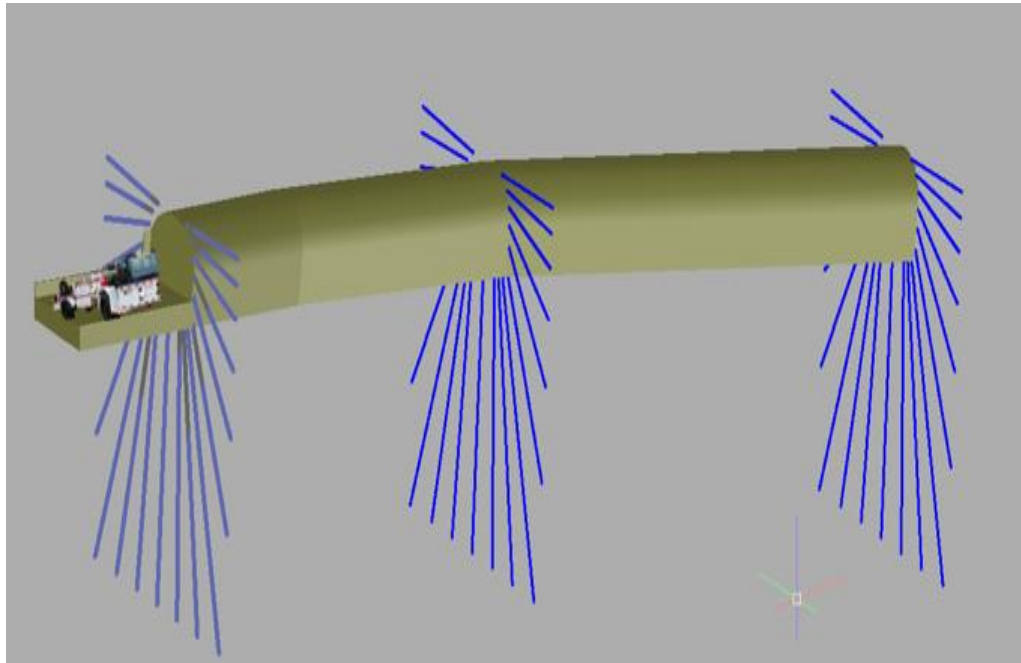


Anexo F
Toma de temperatura



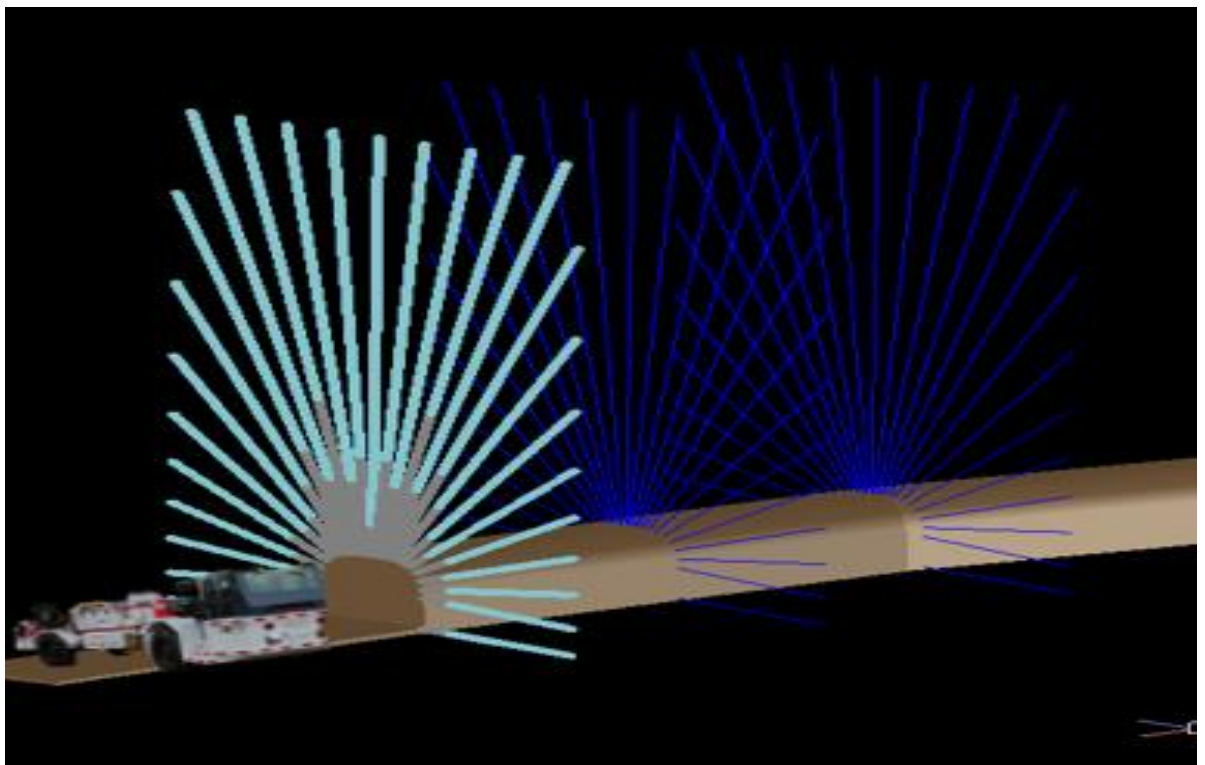
Anexo G

Perforación de taladros largos



Anexo H

Perforación de taladros largos en el SLS, Positivo En SMEB

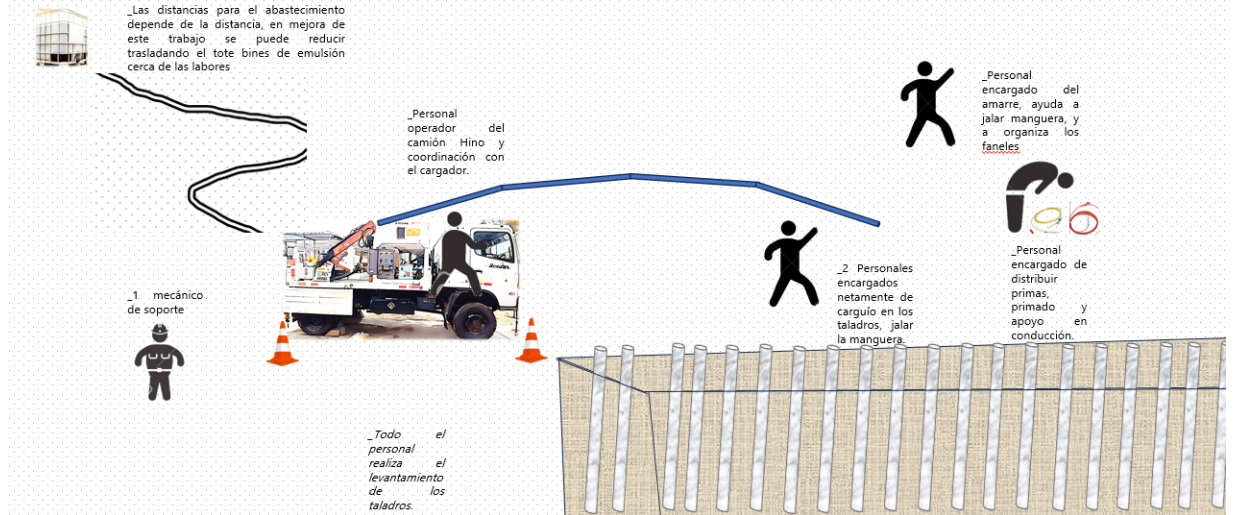


Anexo I

Escenario con Equipo Master Truck

ESCENARIO 2 - HINO

RENDIMIENTO / GUARDIA = 8 - 10 FILAS
CARGADORAS
(personas)



MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Aplicación de la emulsión bombeable - SAN G AURUM UP - en la voladura masiva para mejorar la producción en los tajos de la zona norte en la minera Brocal- Minas Buenaventura S.A”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL Problema General ¿Por qué se debe utilizar las emulsiones bombeables para la voladura masiva de producción y Cuáles son las razones para la implementación de voladura con emulsiones bombeables en la voladura masiva utilizando accesorios especiales en la Unidad Minera El Brocal, Cía. de Minas Buenaventura S.A. PROBLEMAS ESPECÍFICOS Problemas Específicos 1.- ¿De qué manera influye la implementación de las emulsiones bombeables en voladura de masiva de producción utilizando accesorios especiales en la Unidad Minera El Brocal S.A. 2023?, Cía. De Minas Buenaventura S.A. 2.- ¿Hasta cuánto, será posible, controlar la dilución con la implementación de voladura con emulsiones bombeables utilizando accesorios especiales en la Unidad Minera Brocal, Cía. de Minas Buenaventura SA?	OBJETIVO GENERAL Objetivo general Mejorar los resultados de la voladura de producción mediante la carga de emulsiva de los taladros manejando parámetros de la labor, de perforación y voladura respectivamente y controlando el factor de carga, la densidad y el diseño de la secuencia de salida de los explosivos con accesorios especiales de voladura. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Objetivos específicos 1.- Establecer la adecuación optima de las emulsiones en la voladura del minado en El SLS, y la efectividad de la voladura masiva que mejora la producción sustituyendo a la voladura con Anfo a granel, para el SLS. En la mina El Brocal, Cía. de Minas Buenaventura S.A. 2.- Establecer en forma eficiente el control de la dilución del mineral arrancado, sin perjuicios en los costos de voladura, la Unidad minera El Brocal, Cía. De Minas Buenaventura. S.A.	HIPÓTESIS GENERAL Hipótesis General Con el uso de la emulsión bombeable SAN G-AURUN UP, en voladura masiva se mejora la producción en los tajos de la zona norte de la mina El Brocal, Minas Buenaventura S.A. 3.1.2 Hipótesis específicas Se logrará una producción efectiva en voladura de producción de taladros largos en forma ascendente. Utilizando la Emulsión Bombeable, SAN-G- AURUN UP+, se mejora la fragmentación de la voladura de producción será la óptima deseada.	Variable dependiente (Y) Y = Mejora del tonelaje de la producción masiva del mineral Variables independientes (X) X = Cantidad de emulsión bombeable en forma ascendente	Calidad de Explosivo Eficiencia explosiva Carguío de las emulsiones Granulometría del material disparado.	Equipo mecanizado de carguío de emulsión Master Truck Carguío de forma vertical ascendente para taladros de gran longitud.

Fuente: Propia