

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis de las variables de perforación y voladura
para la optimización en el avance de la CH-38,
nivel 2120 - Cía Minera Poderosa S. A. 2022**

Rudy Jhamil Sarzo Segovia
William Kenedy Robles Quispe

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Ing. Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Ing. Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 20 de Setiembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL AVANCE DE LA CH-38, NIVEL 2120 - CIA MINERA PODEROSA S.A. 2022", perteneciente a los estudiantes RUDY JHAMIL SARZO SEGOVIA y WILLIAM KENEDY ROBLES GUISPE, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 17 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 10) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,




Ing. Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de tesis

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

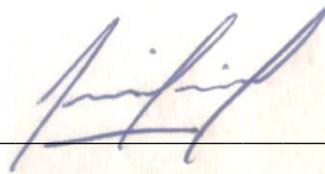
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, William Kenedy Robles Quispe, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 46665491, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL AVANCE DE LA CH-38, NIVEL 2120 - CIA MINERA PODEROSA S.A. 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

22 de septiembre de 2023.



William Kenedy Robles Quispe

DNI. No. 46665491

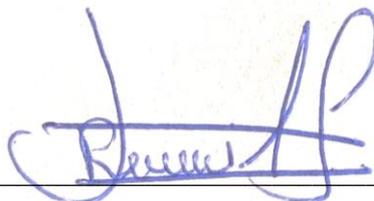
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rudy Jhamil Sarzo Segovia, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70244750, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL AVANCE DE LA CH-38, NIVEL 2120 - CIA MINERA PODEROSA S.A. 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

22 de septiembre de 2023.



Rudy Jhamil Sarzo Segovia

DNI. No. 70244750

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL AVANCE DE LA CH-38, NIVEL 2120 - CIA MINERA PODEROSA S.A. 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	7%
3	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	docs.google.com Fuente de Internet	1%
5	www.sepchile.cl Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	doczz.es Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
11	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
12	R. Flower. "Communications via updates of shared memory (Corresp.)", IEEE Transactions on Information Theory, 1982 Publicación	<1 %
13	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	doaj.org Fuente de Internet	<1 %
17	addi.ehu.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

**“ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA
PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL AVANCE DE LA CH-38, NIVEL 2120 -
CIA MINERA PODEROSA S.A. 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

BACH. RUDY JHAMIL SARZO SEGOVIA

BACH. WILLIAM KENEDY ROBLES QUISPE

HUANCAYO - PERÚ

2023

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios quien nos ha guiado y nos ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A nuestros padres, hermanas y hermanos por su comprensión y estímulo constante, y el apoyo condicional a lo largo de nuestra carrera profesional siendo un soporte anímico y espiritual.

Ing. Javier Córdova Blancas por dedicación, asesoramiento y ayuda. La generosidad y amabilidad demostrada en cada momento, han sido un gran apoyo durante todo el tiempo de realización y culminación de esta tesis.

Y todas las personas que de una y otro manera nos apoyaron en la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestros padres por el apoyo, consejos y paciencia que nos dieron; y a quienes nos extendieron la mano para transitar seguro en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

ÍNDICE

PORTADA	VII
ASESOR	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
DEDICATORIA	X
ÍNDICE	XI
LISTA DE TABLAS	XIII
LISTA DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	19
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1.1. Planteamiento del problema	19
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2. OBJETIVOS	20
1.2.1. Objetivo general	20
1.2.2. Objetivos específicos	20
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	21
1.3.1. Justificación social - práctica	21
1.3.2. Justificación académica	21
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4.1. Hipótesis general	22
1.4.2. Hipótesis específicas	22
1.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	22
1.5.1. Variable independiente	22
1.5.2. Variables dependiente	22
1.5.3. Matriz de operacionalización de Variables	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	24
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	24
2.1.1 Antecedentes internacionales	24
2.1.2 Antecedentes Nacionales	25
2.2 GENERALIDADES DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA	26
2.2.1 Ubicación de la UEA Poderosa	26
2.2.2 Accesibilidad A la UEA Poderosa	26
2.3 GEOLOGÍA REGIONAL	27
2.4 GEOLOGÍA LOCAL	29
2.4.1 Geología Económica	31
2.4.2 Geología Estructural	32
2.4.3 Consideraciones Geomecánicas	33
2.5 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	35
2.5.1 Prreparación del tajo	36
2.5.2 Explotación del tajo	36
2.5.3 Limpieza, relleno y sostenimiento del tajo	37
2.6 BASES TEÓRICAS DEL ESTUDIO	38
2.6.1 Consideraciones de diseño de malla de perforación	39
2.6.2 Cronograma de actividades en chimeneas de 2x2	40

2.6.3	Consideraciones de labores de avance, periodo 2022	42
2.6.4	Consideraciones de labores de avance programado y ejecutado, Periodo 2022	44
2.6.5	Consideraciones de granulometría post voladura	45
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		50
3.1	MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1.1	Método de la investigación	50
3.1.2	Alcances de la investigación	51
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	51
3.3.1	Población	51
3.3.2	Muestra	51
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.4.1	Técnicas utilizadas en la recolección de datos	52
✓	Observación en proceso de perforación y voladura	52
✓	Observación y revisión de información de perforación y voladura Nv 2120	52
✓	Formularios de perforación y voladura	52
3.4.2	Instrumentos utilizados en la recolección de datos	52
✓	Tablas de perforación y voladura	52
✓	Ficha de datos operacionales de perforación y voladura	52
✓	Plantillas de Microsoft Excel	52
✓	Bibliografía de internet	52
✓	Otros	52
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
4.1	ANÁLISIS DE VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA	53
4.2	ANÁLISIS DEL GRADO DE FRAGMENTACIÓN	63
4.3	ANÁLISIS de GRANULOMETRÍA Y AVANCE – CHIMENEAS	77
4.4	ANÁLISIS de LIQUIDACIONES EN CHIMENEAS	79
4.5	VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS	81
CONCLUSIONES		82
RECOMENDACIONES		84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		85
ANEXOS		87
ANEXO A		88
ANEXO B		90
ANEXO C		97

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Matriz de operacionalización de variables.....	17
Tabla N° 2: Accesibilidad a la UEA Poderosa.....	21
Tabla N° 3: Gantt en chimeneas de extracción en el Nv 2120 de la UEA Poderosa.....	35
Tabla N° 4: Avances mensuales en labores de desarrollo en la Unidad Santa María.....	36
Tabla N° 5: Cumplimiento de avances programado y ejecutado, Unidad Santa María....	38
Tabla N° 6: Resultado de fragmentación en Galería del Nv 2120, Unidad Santa María...	42
Tabla N° 7: Tamaño distribución de fragmentación, Galería Nv 2120, U. Santa María....	43
Tabla N° 8: Parámetros perforación y voladura, galería - Nv 2120, Unidad Santa María.	48
Tabla N° 9: Parámetros perforación y voladura, Chimenea 35 - Nv 2120, USanta María.	50
Tabla N° 10: Parámetros perforación y voladura, Chimenea 36 - Nv 2120, Santa María.	52
Tabla N° 11: Parámetros perforación y voladura, Chimenea 38 - Nv 2120, Santa María.	54
Tabla N° 12: Resumen parámetro de perforación y voladura, en galería y chimeneas....	56
Tabla N° 13: Grado de fragmentación, galería en Nv 2120 en mina Poderosa.....	58
Tabla N° 14: Tamaño de distribución, galería en Nv 2120 en mina Poderosa.....	59
Tabla N° 15: Grado de fragmentación, chimenea Ch 35 en Nv 2120 en mina Poderosa..	61
Tabla N° 16: Tamaño de distribución, chimenea Ch 35 en Nv 2120 en mina Poderosa...	62
Tabla N° 17: Grado de fragmentación, Ch 36 en Nv 2120 en mina Poderosa.....	63
Tabla N° 18: Tamaño de distribución, chimenea Ch 36 en Nv 2120 en mina Poderosa...	64
Tabla N° 19: Grado de fragmentación, Ch 38 en Nv 2120 en mina Poderosa.....	66
Tabla N° 20: Tamaño de distribución, chimenea Ch 38 en Nv 2120 en mina Poderosa...	67
Tabla N° 21: Grado de fragmentación, Ch 38 mejorado en Nv 2120 en mina Poderosa..	68
Tabla N° 22: Tamaño de distribución, chimenea Ch 38 mejorado en Nv 2120 en mina...	69
Tabla N° 23: Relación de granulometría y avance en chimeneas, Nv 2120.....	71
Tabla N° 24: Resumen de liquidación en chimeneas, Nv 2120.....	72
Tabla N° 25: Validación de la hipótesis en la chimenea Ch 38, Nv 2120.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación de la Mina Poderosa.....	21
Figura N° 2: Geológico regional de la Mina Poderosa.....	22
Figura N° 3: Geología local de la Mina Poderosa.....	24
Figura N° 4: Estratigrafía de la Mina Poderosa.....	25
Figura N° 5: Estructuras mineralizadas UP Santa María, Mina Poderosa.....	26
Figura N° 6: Veta Cristina nivel Nv 2260, UP Santa María, mina Poderosa.....	27
Figura N° 7: Cartilla geomecánica, labores de explotación y avance UP Santa María....	28
Figura N° 8: Cartilla geomecánica, tipos de sostenimiento UP Santa María.....	29
Figura N° 9: Preparación del tajo UP Santa María.....	30
Figura N° 10: Explotación del tajo UP Santa María.....	31
Figura N° 11: Limpieza de mineral con winche del tajo UP Santa María.....	32
Figura N° 12: Parámetros de perforación y voladura en chimeneas de 2x2.....	34
Figura N° 13: Avance de labores de desarrollo y preparación, unidad Santa María.....	37
Figura N° 14: Tendencia de avance de labores de desarrollo y preparación.....	37
Figura N° 15: Avance programado y ejecutado en labores de desarrollo y preparación..	39
Figura N° 16: Proceso unitario de mina en labores de desarrollo y preparación.....	40
Figura N° 17: Chimenea 38 – nivel Nv 2120, unidad Santa María.....	41
Figura N° 18: Galería – Nv 2120, unidad Santa María, mina Poderosa.....	42
Figura N° 19: Análisis granulométrico, Galería – Nv 2120, con WipFrag mina Poderosa.	43
Figura N° 20: Relación avance pies perforados en Galería – Nv 2120, U. Santa María...49	
Figura N° 21: Relación avance, factor de potencia Galería – Nv 2120, U. Santa María...49	
Figura N° 22: Relación avance, pies perforados en Ch 35 – Nv 2120, U. Santa María...51	
Figura N° 23: Relación avance, factor de potencia Ch 35 – Nv 2120, U. Santa María....51	
Figura N° 24: Relación avance, pies perforados Ch 36 – Nv 2120, U. Santa María.....53	
Figura N° 25: Relación avance, factor de potencia Ch 36 – Nv 2120, U. Santa María....53	
Figura N° 26: Relación avance, pies perforados Ch 38 – Nv 2120, U. Santa María.....55	
Figura N° 27: Relación avance, factor de potencia en Ch 38 – Nv 2120, U. Santa María..55	
Figura N° 28: Post voladura galería – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.....57	
Figura N° 29: Análisis de la granulometría en galería, mediante software Wipfrag 3.3....59	
Figura N° 30: Post voladura en Ch 35 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa..60	
Figura N° 31: Análisis de la granulometría Ch 35, mediante software Wipfrag 3.3.....62	
Figura N° 32: Post voladura en Ch 36 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa..63	
Figura N° 33: Análisis de la granulometría Ch 36, mediante software Wipfrag 3.3.....65	
Figura N° 34: Post voladura en Ch 38 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.65	

Figura N° 35: Análisis de la granulometría Ch 38, mediante software Wipfrag 3.3.....	67
Figura N° 36: Post voladura,Ch 38 mejorado – Nv 2120, U. Santa María.....	68
Figura N° 37: Análisis de granulometría Ch 38 mejorado, mediante software Wipfrag....	70
Figura N° 38: Relación avance, P80 y consumo de explosivo en chimeneas.....	71
Figura N° 39: Relación avance, factor de potencia y finos en chimeneas.....	72
Figura N° 40: Relación avance total, P80 y liquidación en chimeneas, Nv 2120.....	73
Figura N° 41: Relación avance total, P80 y liquidación en chimeneas, Nv 2120.....	73
Figura N° 42: Relación consumo explosivo, avance y liquidación, chimeneas, Nv 2120..	75

RESUMEN

La tesis desarrolla el análisis de las variables de perforación y voladura para la optimización en el avance de la chimenea Ch 38, en el nivel Nv 2120 de Compañía Minera Poderosa en su Unidad Santa María, durante el periodo de setiembre a diciembre del 2022.

El método aplicado es inductivo – deductivo, el cual está orientado a observar e investigar en detalle las variables de perforación y voladura asociada al desarrollo de las chimeneas Ch 35, Ch 36 y Ch 38, para la mejora en el avance efectivo, relacionando con el grado de fragmentación post voladura y la influencia en las liquidaciones correspondientes. El análisis del grado de fragmentación estará relacionado a los finos generados (< 1 “), el cual influye directamente en la rentabilidad operacional, considerados en minas auríferas como es el presente caso.

El análisis de los parámetros de perforación y voladura estará relacionado a la longitud de perforación, el número de taladros perforados, el número de taladros cargados, la cantidad de explosivo usado por disparo, así como el factor de potencia relacionado, los cuales serán relacionados con los finos post voladura en las chimeneas Ch 35, Ch 36 y Ch 38 en el nivel Nv 2120 de la Unidad Santa María.

Los resultados obtenidos en la galería y chimeneas en el Nv 2120, tiene un promedio de longitud de perforación de 6 y 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El promedio de consumo de explosivo fue de 45.75 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.87 m. El tonelaje promedio es de 22.85 a 31.23 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.88 kg/ton. El análisis comparativo de las chimeneas de Ch 35 y Ch 36 considera un avance efectivo promedio de 1.97 m generando una mejora de 2.03 metros en la chimenea Ch 38, producto del control del porcentaje de finos post voladura calculados, siendo estos en Ch 35 con 52.60%, Ch 36 con 48.54% y Ch 38 con 4.95 % y 0.20%, mediante el análisis de imágenes.

Finalmente, el mejor control en los finos asociados post voladura en el análisis de las chimeneas Ch 35 y Ch 36, generó una disminución en 43.59% de finos en la chimenea Ch 38, generando también un mejor avance efectivo en 3.49 metros y un incremento de 3,256.63 US \$ en las liquidaciones durante el periodo de estudio ejecutado en la Unidad Santa María de la Compañía Minera Poderosa.

Palabras Clave: avance efectivo, perforación y voladura, granulometría, P80, finos, etc.

ABSTRACT

The thesis develops the analysis of the drilling and blasting variables for the optimization of the advancement of the Ch 38 chimney, at level Nv 2120 of Compañía Minera Poderosa in its Santa Maria Unit, during the period from September to December 2022.

The applied method is inductive - deductive, which is oriented to observe and investigate in detail the drilling and blasting variables associated with the development of chimneys Ch 35, Ch 36 and Ch 38, for the improvement in the effective advance, relating to the degree of post blast fragmentation and the influence on the corresponding settlements. The analysis of the degree of fragmentation will be related to the fines generated (<1"), which directly influences operational profitability, considered in gold mines such as the present case.

The analysis of the drilling and blasting parameters will be related to the drilling length, the number of holes drilled, the number of holes charged, the amount of explosive used per shot, as well as the related power factor, which will be related to post-blasting fines in chimneys Ch 35, Ch 36 and Ch 38 at level Nv 2120 of the Santa Maria Unit.

The results obtained in the gallery and chimneys at Lv 2120, have an average drilling length of 6 and 8 feet, with an average number of drilled holes of 45 and an average number of loaded holes of 41. The average consumption of explosive was 45.75 kg/shot, considering an average advance of 1.87 m. Average tonnage is 22.85 to 31.23 ton/shot, with an average power factor of 1.88 kg/ton. The comparative analysis of the chimneys of Ch 35 and Ch 36 considers an average effective advance of 1.97 m, generating an improvement of 2.03 meters in the Ch 38 chimney, product of the control of the percentage of calculated post-blasting fines, these being in Ch 35 with 52.60 %, Ch 36 with 48.54% and Ch 38 with 4.95% and 0.20%, through image analysis.

Finally, the better control of associated fines post-blasting in the analysis of chimneys Ch 35 and Ch 36, generated a 43.59% decrease in fines in chimney Ch 38, also generating a better effective advance of 3.49 meters and an increase in 3,256.63 US \$ in settlements during the study period carried out in the Santa Maria Unit of Compañía Minera Poderosa.

Keywords: effective advance, drilling and blasting, granulometry, P80, fines, etc.

INTRODUCCIÓN

Desarrollar la presente tesis, permitió entender el comportamiento de las variables de perforación y voladura para definir la optimización en el avance de la chimenea Ch 38 en el nivel Nv 2120 de la Unidad Santa María de la Compañía Minera Poderosa.

Uno de los grandes problemas en la explotación de vetas auríferas es poder controlar el grado de fragmentación, considerando el material grueso (P80) y los finos asociados a la voladura realizada. Al tener mayor cantidad de finos en la voladura, estos van a generar una pérdida del mineral de oro presente (oro libre), siendo uno de los parámetros que afectarán directamente al valor comercial.

Por tal motivo, el desarrollo del presente trabajo de investigación analizará las variables de perforación y voladura, asociadas al grado de fragmentación post voladura, en el desarrollo de las chimeneas Ch 35 y Ch 36, para mejorar el avance efectivo de la chimenea Ch 38 y la mejora en la liquidación asociada a estas labores, durante el periodo de setiembre a diciembre del 2022.

El cumplimiento de los objetivos del presente trabajo de investigación, es poder controlar el grado de fragmentación post voladura en el desarrollo de las chimeneas evaluadas, teniendo en consideración el control o disminución de finos presentes para mejorar el avance efectivo e incremento de la liquidación en el periodo de estudio.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se dividió en 4 capítulos siendo estos: Capítulo I, describe el tema de forma considerando plantear el problema, objetivo e hipótesis general, así como los problemas, objetivos e hipótesis específicas, los cuales podrán contrastar el resultado positivo o negativo del trabajo de investigación. Capítulo II, está representado por los antecedentes, generalidades de la unidad minera y el marco teórico del trabajo de investigación. Capítulo III, describe la metodología de investigación, así mismo describe la población y muestra del trabajo de investigación realizada en la unidad minera, considerando las técnicas e instrumentos usadas. Finalmente, en el Capítulo IV, se analizará e interpretará los resultados asociados a las variables de perforación y voladura en la mejora del avance de la chimenea Ch 38, nivel Nv 2120 de la Unidad Santa María, en Compañía Minera Poderosa.

Los Autores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

(A) PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Compañía Minera Poderosa S.A., explota estructuras auríferas en el batolito de Pataz, asociadas principalmente a ambientes mesotermales, con una producción de 1,200 ton/día.

Uno de los grandes inconvenientes en el cumplimiento del programa de avance es controlar las diferentes variables operacionales asociadas a la profundización de labores subterráneas. Así mismo, el cumplimiento del tonelaje programado dependerá del avance efectivo que se realice en el desarrollo de las labores de avance y preparación en los diferentes frentes de producción como son los tajos, producto del método de minado seleccionado.

Así mismo, los diferentes niveles de profundización asociado a la mina Poderosa, es la distancia relacionada a cada sector de producción, los cuales afectarán directamente en la estructura de costos de carguío y acarreo.

Otro de los aspectos que incrementan los costos operacionales es un deficiente avance programado, producto de las variables de perforación y voladura, por lo que un buen diseño de la malla de perforación es de vital importancia. El diseño de malla de PyV, se relaciona directamente en este tipo de estructuras auríferas controlando los finos post voladura, para controlar la dilución y valor asociado.

El presente trabajo analizará la influencia del factor de potencia con el consumo de explosivo y su incidencia en el avance efectivo de las Chimenea de estudio. Otra de las variables que influye directamente en el avance efectivo, es el resultado de la voladura, controlando los finos asociados ya que la pérdida de mineral en este tipo de ambientes auríferos es de vital importancia. La influencia que genera la cantidad de explosivo y el avance efectivo en la chimenea Ch 38 y su liquidación asociada.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuál es el resultado del análisis de las variables de perforación y voladura para la optimización en el avance de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A., 2022?

Problemas específicos

- a) ¿Cómo influye el factor de potencia y el consumo de explosivo en el avance efectivo de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022?.
- b) ¿Cómo influye los finos asociados a la voladura y el avance efectivo en la liquidación de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022?.
- c) ¿Cómo influye la cantidad de explosivo y el avance efectivo en la liquidación de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022?.

(B) OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el resultado del análisis de las variables de perforación y voladura para la optimización en el avance de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar la influencia del factor de potencia y el consumo de explosivo en el avance efectivo de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022.
- b) Determinar la influencia de los finos asociados a la voladura y el avance efectivo en la liquidación de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022.
- c) Determinar la influencia de la cantidad de explosivo y el avance efectivo en la liquidación de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A. 2022.

(C) JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El desarrollo del presente trabajo de investigación, permitirá el análisis de las variables de perforación y voladura para la optimización en el avance de la Chimenea Ch38, del nivel 2120 de Compañía Minera Poderosa. Dicha optimización, será relacionar el grado de fragmentación post voladura, el avance efectivo con los parámetros de voladura.

1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL - PRÁCTICA

La investigación proporcionará grandes beneficios en el sector minero, como sustentar la inversión de proyectos mineros y establecer un ambiente favorable para el incremento de utilidades bajo parámetros operacionales.

Otro objetivo para desarrollar la investigación es mejorar la productividad en la gestión de las operaciones de perforación y voladura, bajo el cumplimiento de los programas de avance. en la Compañía Minera Poderosa.

En la actualidad la mejora en la productividad en el cumplimiento del programa de avance se ha convertido en un eje fundamental dentro de la gestión de costos, ya que garantiza la estabilidad de una empresa y permite que logre sus objetivos de lineamiento corporativo en base a condiciones de mejora continua.

2. JUSTIFICACIÓN ACADEMICA

La investigación, generará con su desarrollo un nuevo enfoque de establecer la mejora de la productividad bajo el concepto del análisis de las variables operacionales de perforación y voladura, considerando el grado de fragmentación post voladura y su influencia en estos parámetros.

El control de la fragmentación y su relación con el factor de potencia y el avance efectivo, será de vital importancia para medir el rendimiento operacional en la labor analizada.

(D) HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1. HIPÓTESIS GENERAL

El análisis de las variables de perforación y voladura influirá en la optimización del avance en la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A., 2022.

2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Al determinar la influencia del factor de potencia y el consumo de explosivo influye en el avance efectivo de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A., 2022.
- b) Al determinar la influencia de los finos asociados a la voladura y el avance efectivo influye en la liquidación de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A., 2022.
- c) Al determinar la influencia de la cantidad de explosivo y el avance efectivo influye en la liquidación de la Ch 38, Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa S.A., 2022.

(E) IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Optimización del avance de la Chimenea Ch 38 en el nivel Nv 2120.

2. VARIABLES DEPENDIENTE

Análisis de las variables de perforación y voladura.

3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

*Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables
Fuente: elaboración propia*

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Sub- Dimensiones	Indicadores
VI: Optimización del avance de la Chimenea Ch 38 en el nivel Nv 2120.	La optimización en el avance de labores de desarrollo como galerías y chimeneas, permitirá el cumplimiento de los planes de minado, en la Compañía Minera Poderosa..	<ul style="list-style-type: none"> • Geológicas • Geomecánicas • Operacionales 	Geología Geomecánica Operacional	Litología, estructural, alteración asociada, etc. Dureza, RMR, densidad, etc. Tonelaje, ley de Au, liquidación, etc.
VD: Análisis de las variables de perforación y voladura.	El análisis de las variables de perforación y voladura permitirá ser relacionado con el grado de fragmentación y su influencia en el rendimiento del avance de la Ch 38, Nv 2120.	<ul style="list-style-type: none"> • Variables de perforación y voladura. • Grado de fragmentación por voladura. 	Análisis de la perforación y voladura en chimeneas.	Pies perforados, taladros cargados, kg de explosivos, factor de potencia, etc. Definición del P80 y los finos asociados al grado de fragmentación, etc.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- ✓ Jorquera Villaroel, Miguel (2015), en su tesis titulada “Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera Michilla”, con el objetivo de comparar los costos operacionales entre los métodos de minado bench and fill y cut and fill. Se analizó 3 tajos ubicados en los niveles 51.5, considerando las cámaras primarias y secundarias, con alturas de 15 metros y anchos de 7 y 9 metros, con pilares de 6 metros, en el caso de cámaras continuas con losas de 8 metros. Los resultados obtenidos en los costos de mina para el bench & fill fué de 34.3 US\$/ton con un costo total del sector fue de 18.46 MUS\$, y en el caso del método cut and fill fue de 46.5 US\$/ton y un costo total de 31,2 MUS\$. (1)

- ✓ Carrasco Espinoza, Sebastián (2012), en el desarrollo de su tesis titulada “Metodología de diseño para post-pillar Cut & Fill” con el objetivo de diseñar el método de minado Post Pillar Cut & Fill, aplicando modelos numéricos. Los resultados Los resultados GSI del modelamiento numérico de los pilares con relleno se incrementa en relación a sin relleno. Se analizó el GSI para valores de

60, 70 y 80, existe una disminución de la resistencia con relleno en función del incremento del pilar en altura. Cuando se considera un GSI de 50 la resistencia con relleno se estabiliza, dependiendo de la geometría del pilar. (2)

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- ✓ Torres Najera, Henry (2022), en su tesis titulado “Aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones mineras zona socorro bajo - Unidad Minera Uchucchacua”, cuyo objetivo fue aplicar el método de minado bench and fill, con la finalidad de optimizar las variables técnicas y económicas. Los resultados obtenidos fue una reducción del costo de 35.19 US\$/ton, una reducción del tiempo de minado en 2.5 hrs y un incremento de la dilución del 14 al 18%, comparado con el método de minado cut and fill, en la veta Socorro. (3)
- ✓ Moreno Gaspar, Erika (2021), en la Universidad Continental, desarrolla la tesis titulada “Aplicación del método Cut & Fill con circado y su influencia en el control de la dilución en el nivel 4455 en Compañía Minera Santa Luisa S. A., Ancash - 2021”, cuyo objetivo fue analizar el control de la dilución mediante la aplicación del método de minado corte y relleno con circado. Los resultados obtenidos fue la disminución de la dilución en 4.6 % y una incidencia en la disminución de los costos de voladura en 421.6 US \$/mes, así como en la mejora del tiempo en los procesos del ciclo de minado. (4)
- ✓ Andía Granda, Franco (2019), en la tesis titulada “Diseño de chimeneas gemelas para mejorar la ventilación en los niveles 1790 – 2050 veta Paula Cía Minera Yanaquihua“, cuyo objetivo fue Diseñar chimeneas gemelas para mejorar la ventilación en los niveles 1790 y 2050 en la veta Paula. Los aspectos relevantes antes de la construcción de la chimenea fueron confirmar la caracterización geomecánica del diseño inicial. La construcción de la chimenea gemela propuesta, permitirá el mapeo correspondiente para obtener una clasificación geomecánica real, y aplicar un diseño adecuado de perforación y voladura en la primera y segunda etapa. Así mismo, permitirá aplicar el sostenimiento establecido en forma oportuna. Es así que se eligió el método convencional de construcción de chimeneas como un proyecto viable que permitirá mejores condiciones de trabajo además también servirá como labor de exploración en los niveles 1790 y 2050 se demostrará la viabilidad del proyecto con un análisis de costo beneficio y también

un balance de la cantidad de aire que requiere este proyecto para mejorar las condiciones de ventilación. (5)

2.2 GENERALIDADES DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA

2.2.1 UBICACIÓN DE LA UEA PODEROSA

La unidad minera se ubica en el distrito y provincia de Pataz, departamento de la Libertad., ubicado en las siguientes coordenadas: UTM: 9'147178 N y 210,485 E y a una altura entre 1300 a 2900 msnm.

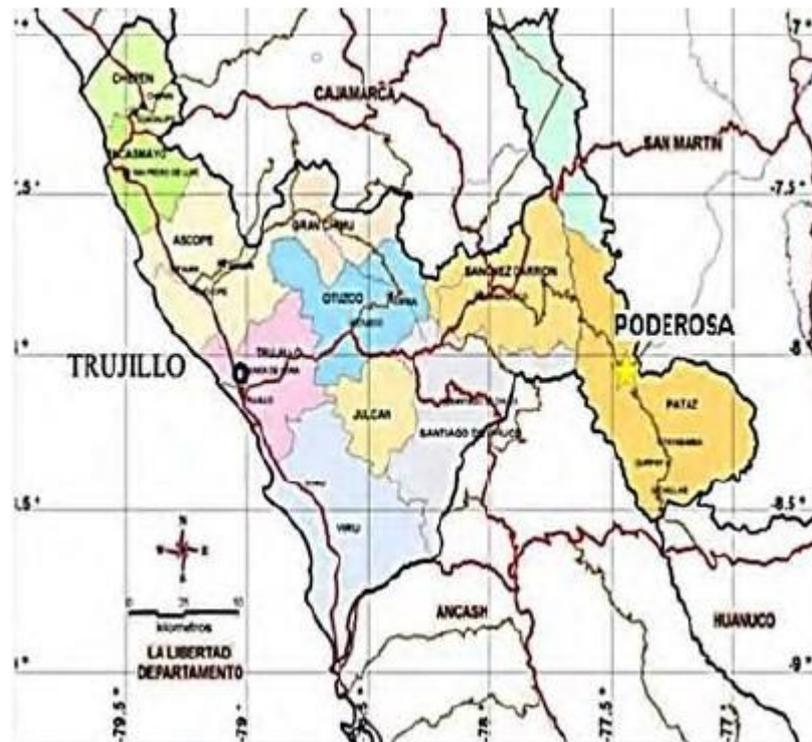


Figura 1. Ubicación de la Mina Poderosa
Fuente: área de geología

2.2.2 ACCESIBILIDAD A LA UEA PODEROSA

Se accede a la UEA Poderosa por dos vías, terrestre y aérea desde la ciudad de Lima o desde la ciudad de Trujillo, siendo las rutas descritas a continuación:

Tabla 2. Acceso a la UEA Poderosa

TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO	MEDIO
-------	-----------	--------	-------

De Lima a Chagual	560 Km	2.45 hrs.	Vía aérea
De Trujillo a Chagual	440 Km	0.35 hrs.	Vía aérea

Fuente: departamento de geología

2.3 GEOLOGÍA REGIONAL

La UEA Poderosa se emplaza en el sector norte en la cordillera de los Andes Peruanos, asociado a tres ciclos andinos como: Ciclo precámbrico, ciclo hercínico y ciclo andino, compuestas por rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas e intrusivas, donde se emplazaron las estructuras auríferas en la región.

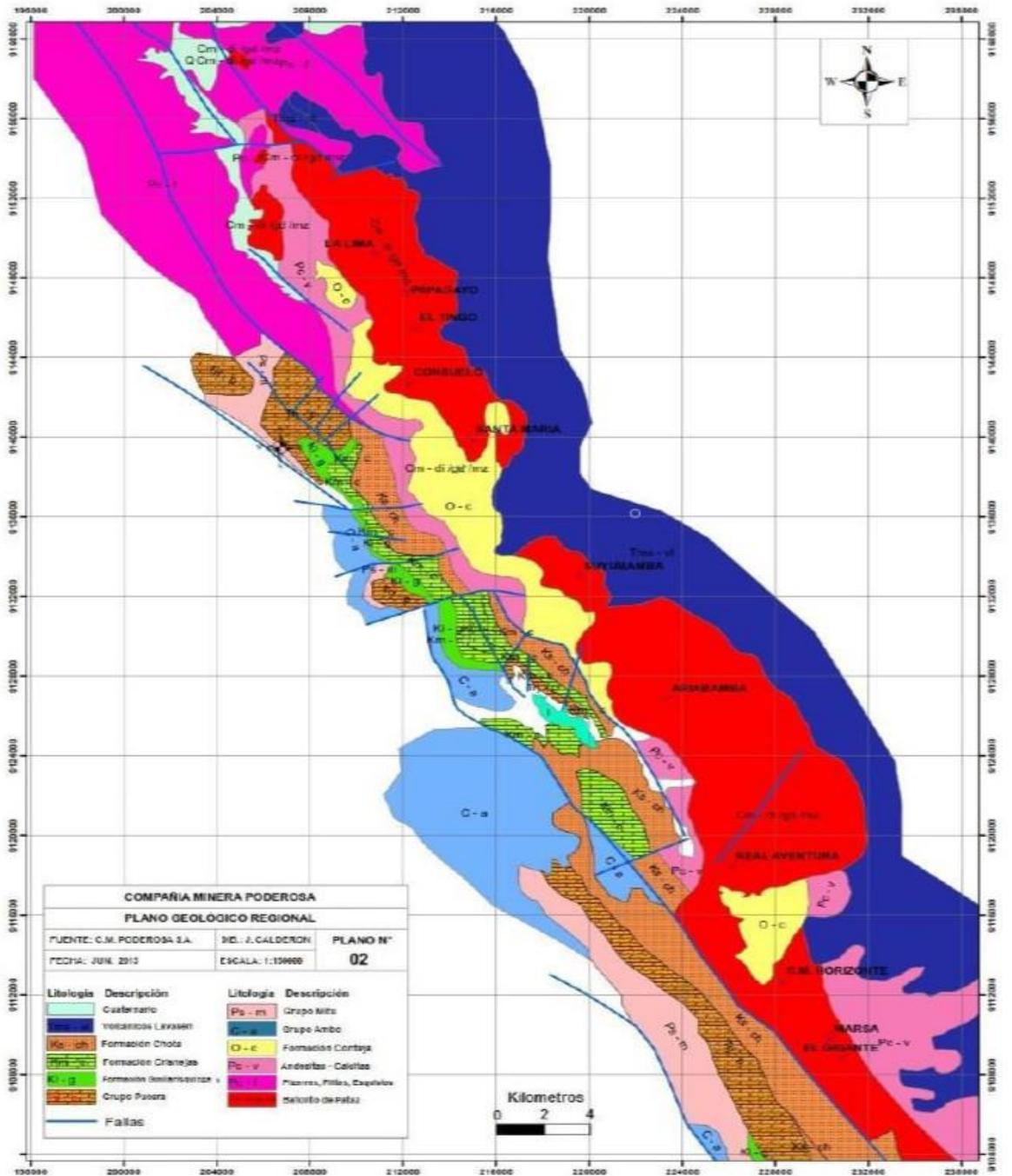


Figura 2. Geológico regional de la Mina Poderosa
Fuente: área de geología

El ciclo precámbrico asociado principalmente al complejo marañón compuesto por rocas metamórficas tipo filitas, esquistos, ignimbritas y rocas metavolcánicas, con una potencia aproximada de 2000 metros de espesor.

El ciclo hercínico asociado principalmente a una secuencia de turbiditas de color oscura, ubicada al borde extremo del batolito de Pataz.

El ciclo andino asociado a la sedimentación compuestas por rocas dolomíticas y calizas del grupo Pucará, donde subyacen areniscas, conglomerados y rocas volcánicas del grupo Mitu con espesores mayores a 500 metros.

2.4 GEOLOGÍA LOCAL

Compuesto principalmente por una serie ácida granodioritas, monzogranitos y diques aplíticos, así mismo se asocia una serie intermedia compuesta por microdioritas, dioritas y tonalitas. La serie ácida asociada principalmente al batolito de Pataz, con una mayor incidencia de granodioritas con una gradación a tonalitas, granitos y monzogranitos.

La estratigrafía del área de estudio, están compuestos por rocas de edades más antiguas a rocas de edades más jóvenes, siendo el complejo Marañón en los periodos precámbrico, cámbrico y ordovínico; el batolito de Pataz asociado al periodo carbonífero y los volcánicos Lavasén asociado al periodo del terciario.

- ✓ El complejo marañón, compuesto principalmente por pizarras y meta volcánicos en el nivel superior, así como de filitas y esquistos en el nivel inferior.

- ✓ El batolito de Pataz con dimensiones de 100 x 5 km compuesta principalmente de granodiorita, tonalita, adamelitas, con diques andesíticos y aplíticos.

- ✓ En cuanto a la unidad más joven asociado a los volcánicos Lavasén, ubicados al este del batolito con un espesor mayor a 1000 metros de composición intermedia a ácida, relacionadas a las rocas volcánicas Calipuy de los niveles superiores.

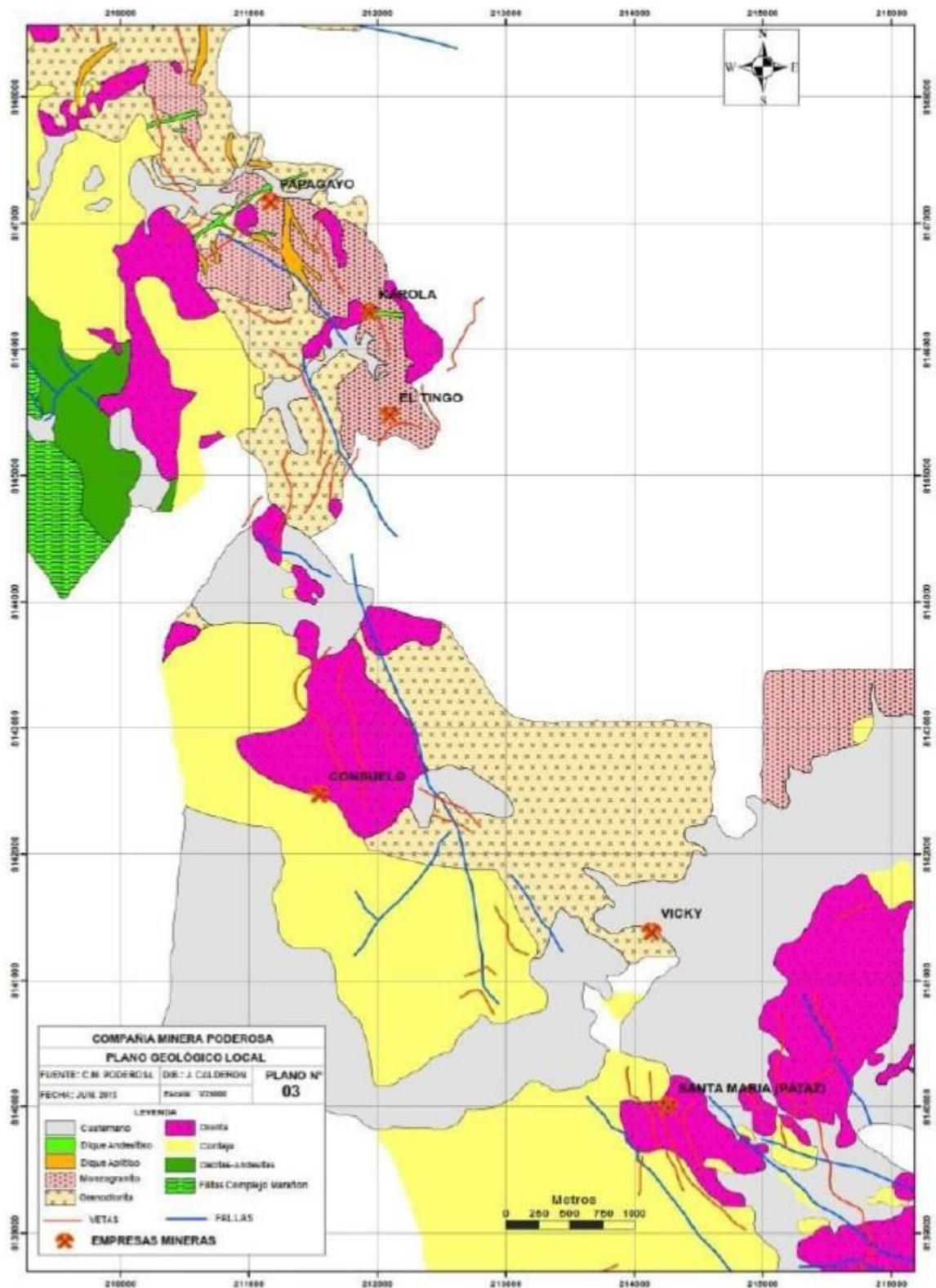


Figura 3. Geología local de la Mina Poderosa
 Fuente: área de geología

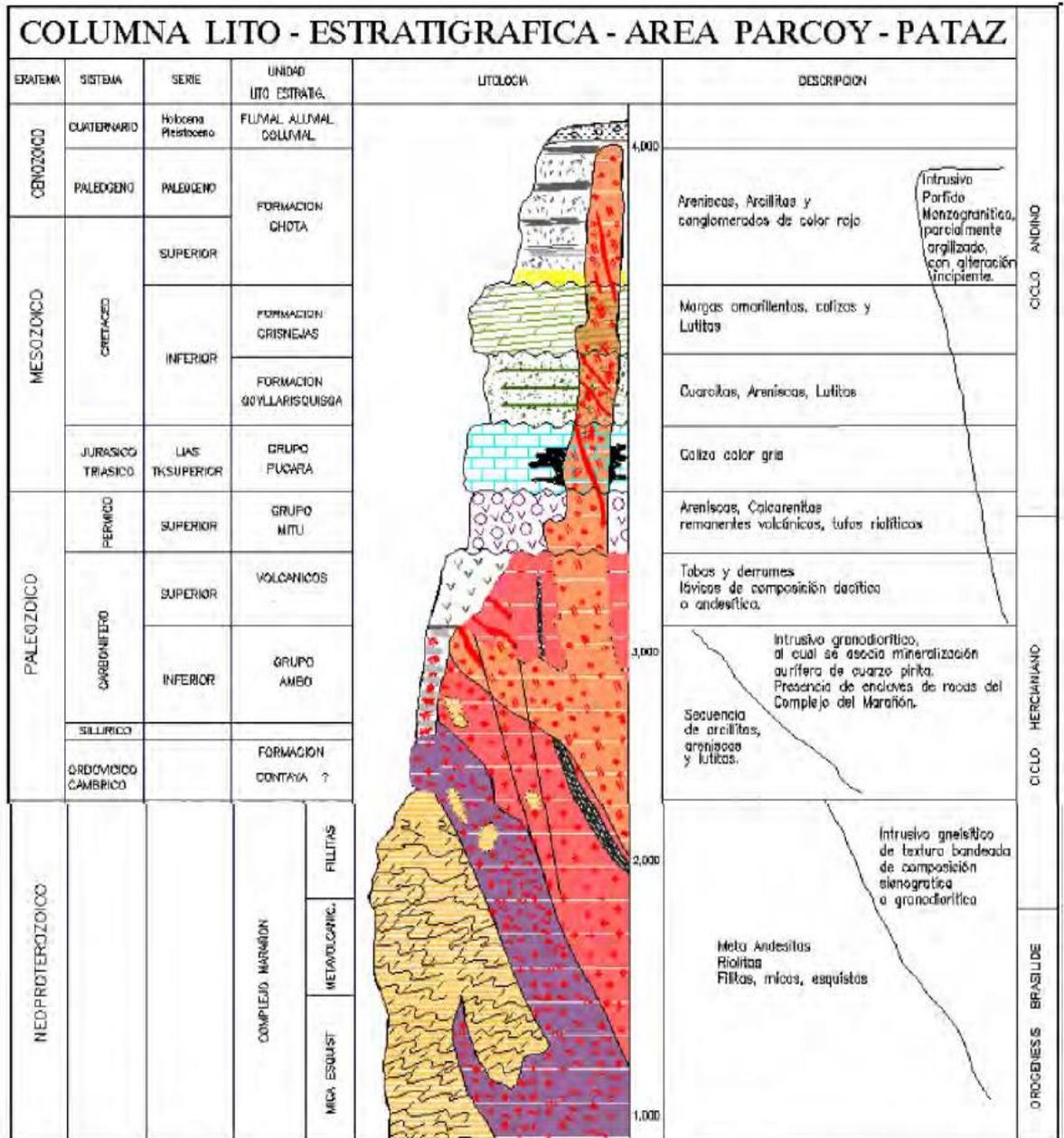


Figura 4. Estratigrafía de la Mina Poderosa
Fuente: área de geología

2.4.1 GEOLOGÍA ECONÓMICA

La mineralización presente en la mina Poderosa, está representado por un sistema de vetas auríferas de cuarzo y sulfuros de tipo mesotermal, presentes en el batolito de Pataz.

La mineralización está ubicada en 2 zonas, la zona norte asociado a la granodiorita gradando a monzogranito hacia la zona norte y hacia la zona sur el intrusivo está compuesto por un apófisis de diorita y tonalita.

El batolito de Pataz se emplazó en una zona de fallamiento regional de rumbo NNW – SSE. Casi el 80% de mineralización presente en la unidad minera se extiende con rumbo NNW y buzamiento hacia el E, extendiéndose por longitudes hasta de 5 km ramaleadas intruyendo al batolito de Pataz

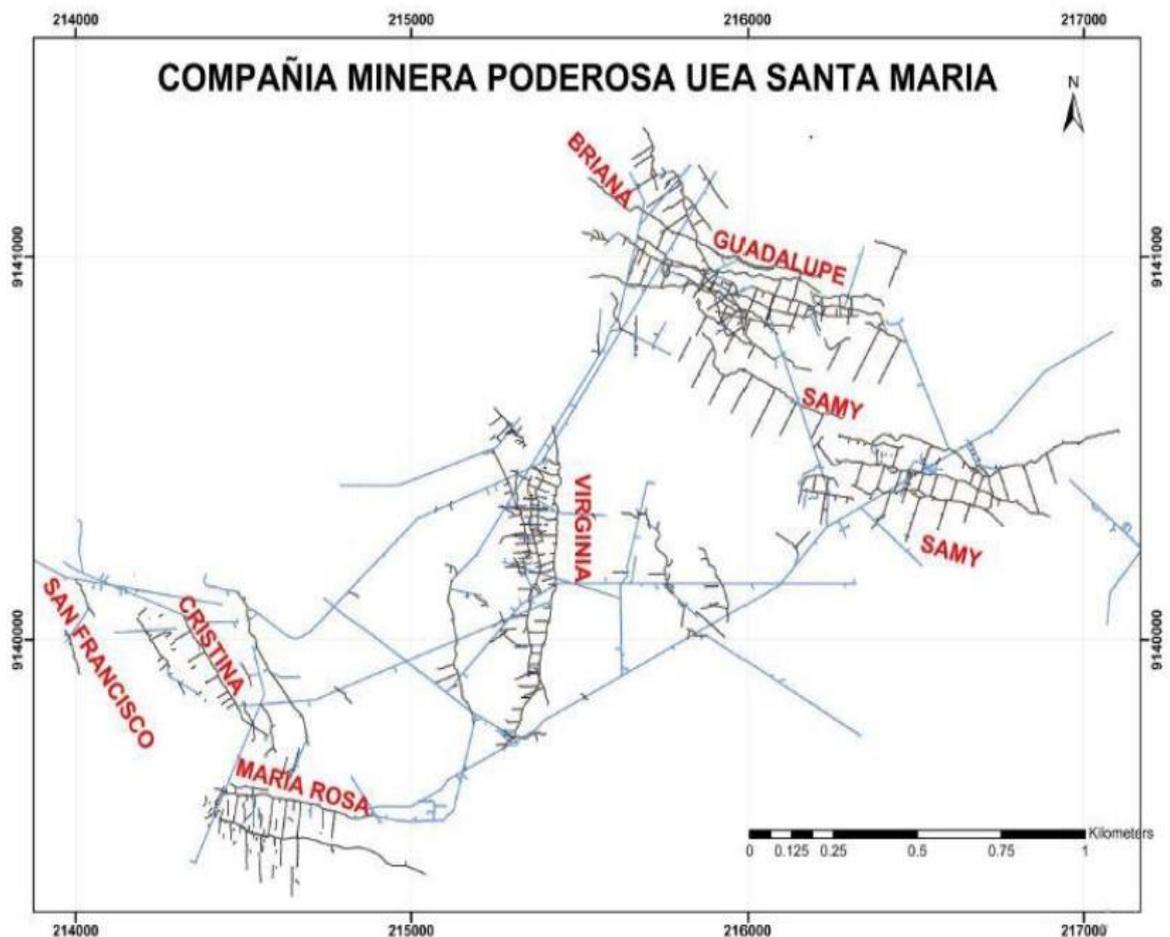


Figura 5. Estructuras mineralizadas U. Santa María, Mina Poderosa
Fuente: departamento de geología

2.4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El batolito de Pataz posee un comportamiento estructural muy definido, con fallas subverticales de rumbo N – NW, seguido por fallas transversales EW. Donde se emplazan tres tipos de mineralización: la primera etapa asociada a cuarzo y pirita, la segunda etapa asociada a cuarzo lechoso con mayor presencia de oro, inclusive oro libre y la tercera etapa con presencia de cuarzo, pirita y galena.

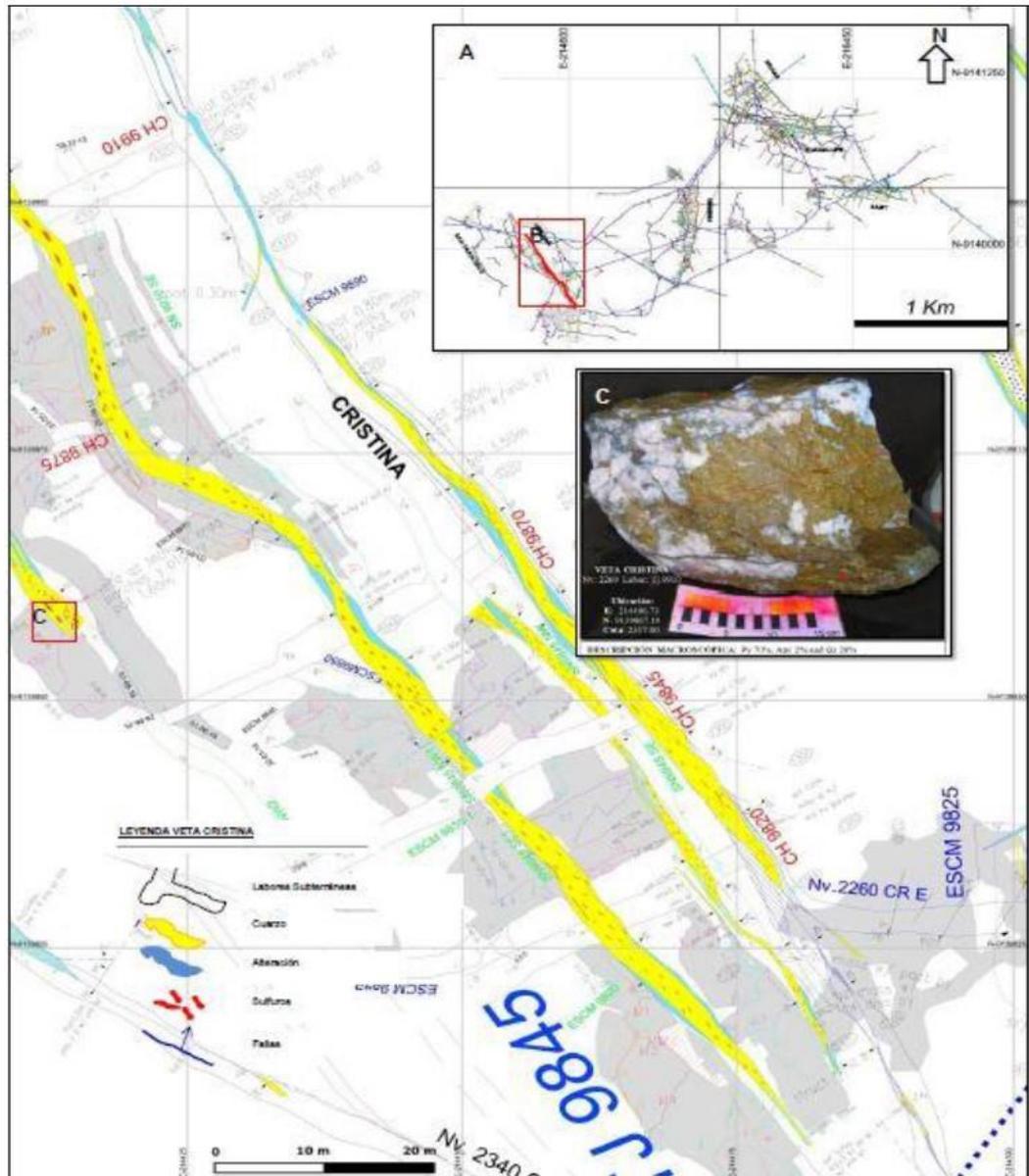


Figura 6. Veta Cristina nivel Nv 2260, U. Santa María, mina Poderosa
Fuente: departamento de geología

2.4.3 CONSIDERACIONES GEOMECÁNICAS

Durante el desarrollo de las diferentes actividades operacionales en la UP Santa María, se realizaron diferentes estudios de las propiedades físicas del macizo rocoso, resumiendo las propiedades y consideraciones de sostenimiento en las siguientes cartillas:

		CARTILLA GEOMECÁNICA Rev. 02			
		LABORES DE EXPLOTACIÓN Y AVANCES			
Indice de Resistencia Geológica (GSI)		Condición Superficial (Golpes de picota)			
		Se Rompe	Se Rompe	Se Rompe	Se Indenta
ESTRUCTURA Grado de fracturamiento		Con 3 o mas Golpes de Picota	Con 1 o 2 Golpes de Picota	Superficialmente con golpes de Picota	Mas de 5 mm.
<small>Se basa en la cantidad de fracturas por metro cuadrado, medidos insitu con flexometro.</small>		B	R	P	MP
		Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre
Condición Estructural - Fracturas/m²	2 a 5 LF Levemente Fracturada	A LF/B	B LF/R	-	-
	6 a 11 F Moderadamente Fracturada	B F/B	B F/R	C F/P	-
	12 a 20 MF Muy Fracturada	B MF/B	C MF/R	D MF/P	E MF/MP
	>20 IF Intensamente Fracturada	-	D IF/R	E IF/P	F IF/MP

Figura 7. Cartilla geomecánica, labores de explotación y avance U. Santa María.
Fuente: departamento de geomecánica

TIPOS DE SOSTENIMIENTOS LABORES DE EXPLOTACION (TEMPORAL) U.P. SANTA MARIA			
Parámetros Geomecánicos		ANCHO DE MINADO > 2.40 M	ANCHO DE MINADO < 2.40 M
CALIDAD	RMR		
A	81 - 100	Split set y/o RS Bolt sistemático espaciados a 1.80 m	Puntal con Jackpot sistemático espaciado a 1.80 m en las cajas + split set espaciado a 1.80 m en zona mineralizada
B	61 - 80	Split set y/o RS Bolt sistemático espaciados a 1.50 m	Puntal con Jackpot sistemático espaciado a 1.50 m en las cajas + split set espaciado a 1.50 m en zona mineralizada
C	51 - 60	Split set y/o RS Bolt sistemático espaciados a 1.50 m.	Puntal con Jackpot sistemático espaciado a 1.30 m en las cajas + split set espaciado a 1.50 m en zona mineralizada
D	41 - 50	RS Bolt sistemático espaciado a 1.20 m + malla electrosoldada	Puntal con Jackpot sistemático espaciado a 1.00 m en las cajas con guarda cabeza
E	21 - 40	Cuadros de madera espaciados a 1.50 m guarda cabeza en dirección al minado	Cuadros de madera espaciados a 1.50 m guarda cabeza en dirección al minado
F	<20	Cuadros de madera espaciados a 1.20 m guarda cabeza	Cuadros de madera espaciados a 1.20 m guarda cabeza en dirección al minado

Figura 8. Cartilla geomecánica, tipos de sostenimiento U. Santa María.
Fuente: departamento de geomecánica

2.5 METODO DE EXPLOTACION

El método de explotación aplicado en la mina Poderosa es el corte y relleno ascendente con relleno detrítico. Este método de minado es selectivo, y permite el control de la dilución asociada a la sobre rotura. El control de las variables operacionales en vetas auríferas es de vital importancia, controlando la dilución asociada desde las etapas de desarrollo, preparación y explotación del método de minado. La aplicación del método de minado corte y relleno ascendente es aplicada a vetas con buzamientos pronunciados o sub verticales, que dispongan material de relleno a ser usado en diferentes tajeos, así mismo que cuenten con cajas irregulares, que son medianamente competentes y no competentes, considerando leyes importantes en la estructura mineralizada.

Las condiciones de diseño del método de minado corte y relleno ascendente, considera las diferentes etapas: preparación del tajo, explotación del tajo, limpieza, relleno y sostenimiento.

2.5.1 PREPARACIÓN DEL TAJO

Una vez definido el sector a ser minado, se desarrolla galerías en los niveles inferior y superior, considerando la preparación mediante chimeneas de doble compartimiento, donde se desarrolla un subnivel considerando puentes de 3 a 5 metros.

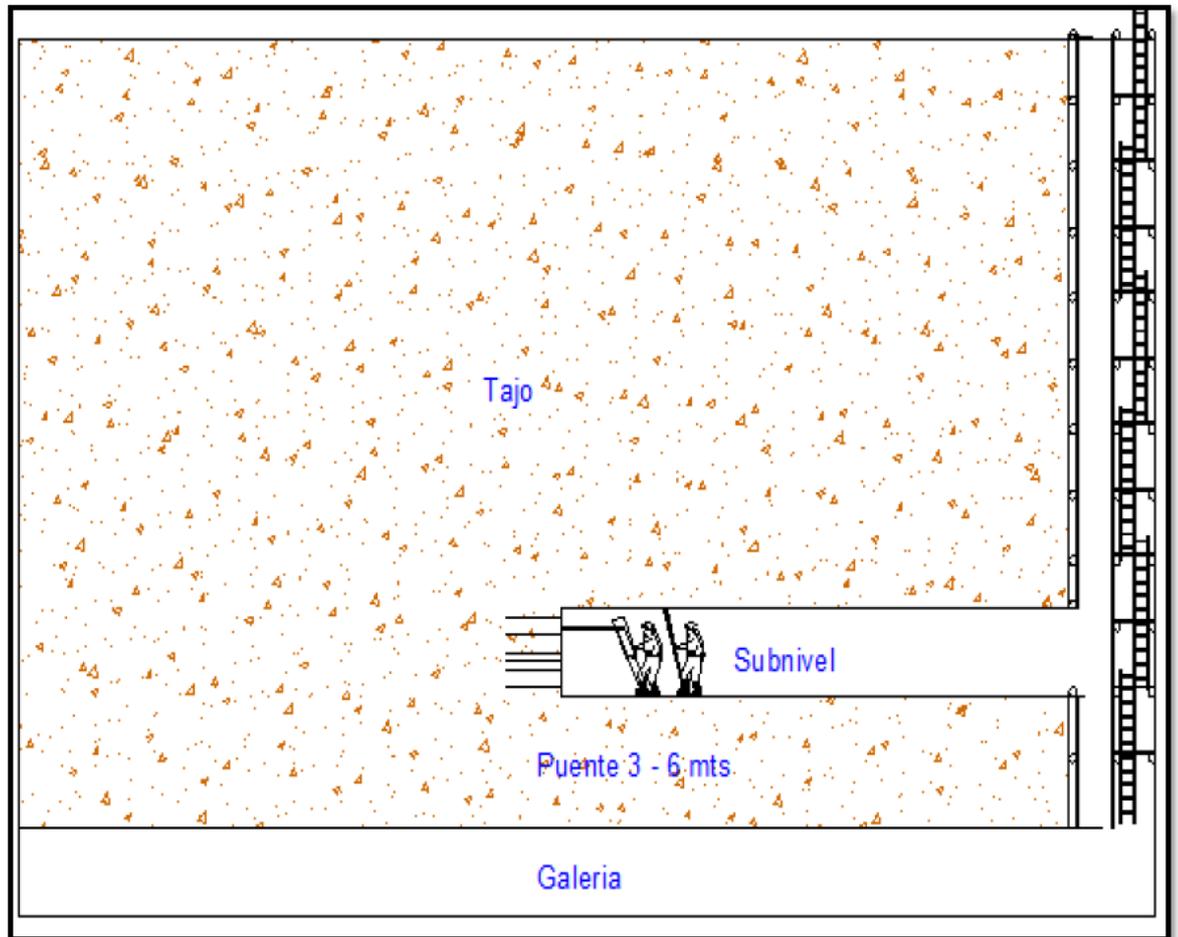


Figura 9. Preparación del tajo U. Santa María.
Fuente: departamento de geomecánica

2.5.2 EXPLOTACIÓN DEL TAJO

Una vez desarrollado el subnivel se perforará en breasting o realce de acuerdo, como salga la voladura, considerando como resulte el techo post voladura, o por la presencia de sectores muy fracturados generando sobre rotura.

De acuerdo al avance de los disparos en el tajo, será rellenado con desmonte de niveles superiores mediante chimeneas auxiliares de relleno, o también el desquinche de zonas con leyes marginales.

Para la recuperación de finos, se utiliza una manta y tablas de madera en el piso antes de la perforación, para recuperar los finos y controlar la dilución al momento de la limpieza con los winches posterior al disparo.

Así mismo se colocará puntales en línea cada 1.5 metros con tablas, evitando que el relleno pase al buzón y tener un piso firme.

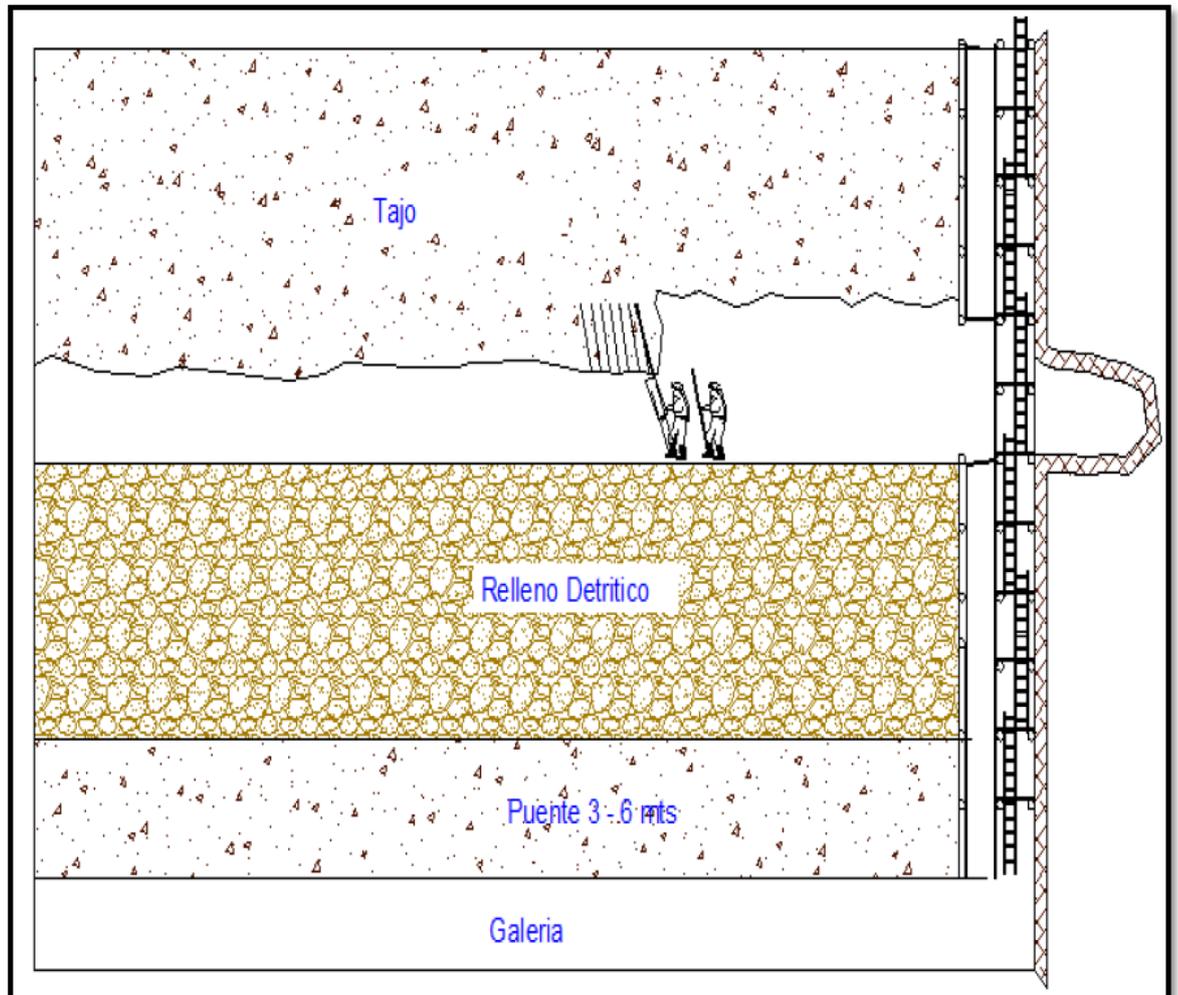


Figura 10. Explotación del tajo U. Santa María.
Fuente: departamento de geomecánica

2.5.3 LIMPIEZA, RELLENO Y SOSTENIMIENTO DEL TAJO

Para la limpieza y relleno se usa un winche eléctrico de 15 hp considerando una rastra de 24" o 36" de acuerdo al tamaño del tajeo. Si las condiciones de seguridad ameriten se instalarán puntales de seguridad antes de la limpieza, split set e hydrabolt. Finalizando la limpieza se recoge las tablas y mantas con los finos post

voladura, para luego ser relleno, considerando el avance del subnivel se desarrollará la estocada para instalar el winche.

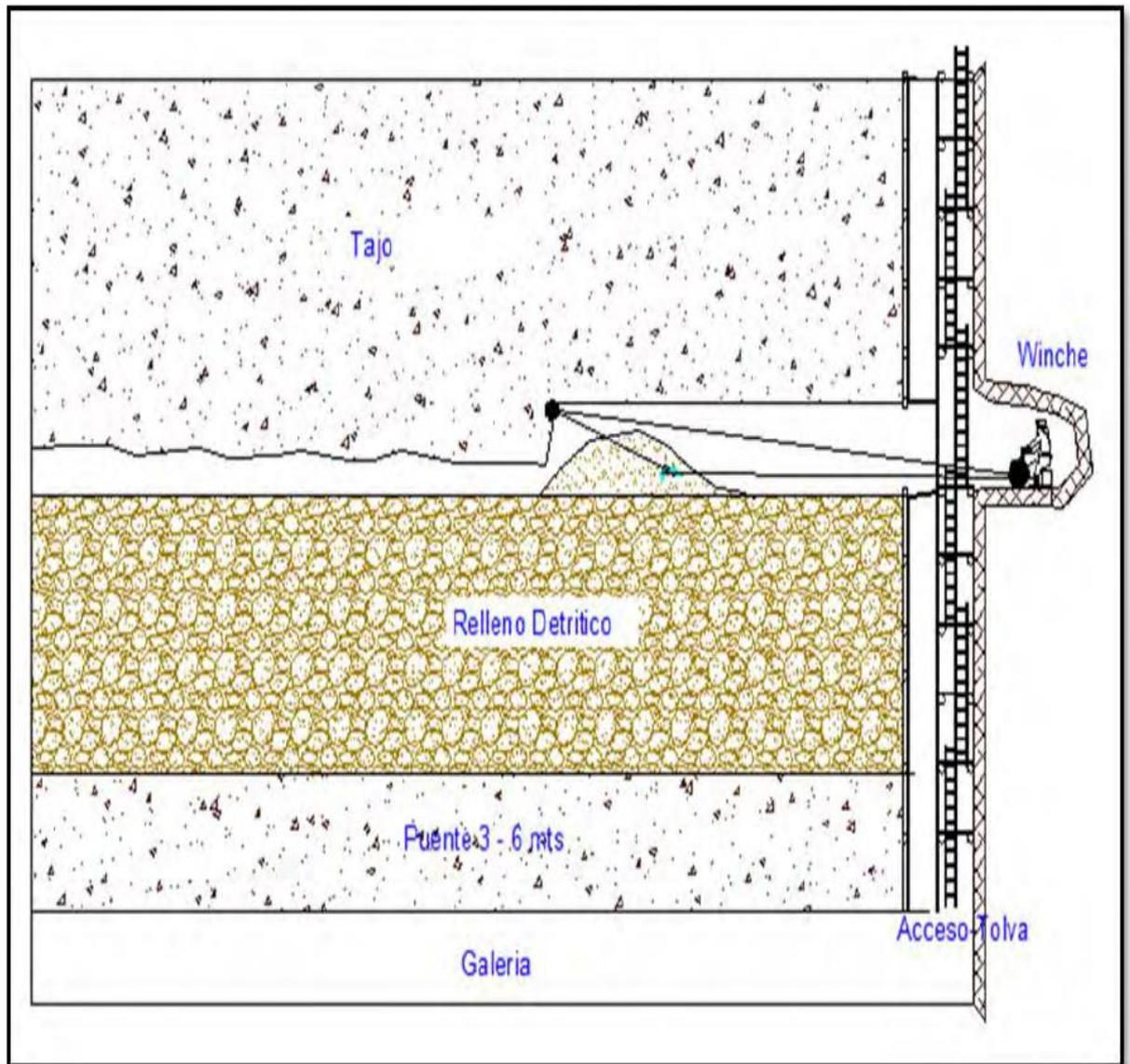


Figura 11. Limpieza de mineral con winche del tajo U. Santa María.
Fuente: departamento de geomecánica

2.6 BASES TEÓRICAS DEL ESTUDIO

Una de las consideraciones del presente trabajo es realizar un análisis de las variables de perforación y voladura, para la optimización en el avance de la chimenea CH-38 en el nivel Nv 2120 de la compañía minera Poderosa, durante el periodo 2022.

Al analizar las diferentes actividades asociadas al ciclo de minado en la unidad minera, es poder controlar el grado de fragmentación post voladura, manteniendo

granulometrías adecuadas para su posterior tratamiento, minimizando los finos en la voladura, ya que implica una pérdida de mineral en el proceso de voladura.

El incremento de finos post voladura, no solo está asociado a labores de producción, sino también a labores de preparación como son las chimeneas, galerías y subniveles, es por tal motivo el desarrollo del presente trabajo de investigación, realiza el análisis de la granulometría post voladura en la chimenea CH-38, Nv. 2120 y su relación con las variables de perforación y voladura.

El control de las variables operacionales en vetas auríferas es de vital importancia, por tal motivo poder controlar los finos en las diferentes voladuras, el cual es producto de un buen diseño de malla de perforación y la voladura asociada, para el control de los finos.

2.6.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN

Las consideraciones de diseño de malla de perforación y voladura, se analizó en función al desarrollo convencional y mecanizado de las diferentes chimeneas de extracción. La sección de la chimenea de extracción es de 2.0 x 2.0, con un RMR de 41 a 50 definido como de calidad media.

Los parámetros de perforación, considera un total de 45 taladros perforados, 41 taladros cargados y 4 de alivio con diámetros de perforación de 36 mm, longitud de perforación de 2.48 m.

Así mismo, los parámetros de voladura, considera el uso de emulnor de 3000 y 5000 (1 x 8") de acuerdo a las condiciones de terreno, considerando 10 cartuchos por taladro.

El total de cartuchos por caja en emulnor 3000 son de 228 unidades y de 25 kg por caja, considera el peso por cartucho de 0.11 kg, y en el caso de emulnor 5000 con 216 unidades y de 25 kg por caja, con un peso por cartucho de 0.12 kg.

Considerando un total de 41 taladros cargados y 10 cartuchos de emulnor por cada taladro, el total de kg de explosivo con emulnor 3000 es de 44.96 kg y con emulnor 5000 es de 47.45 kg, por disparo en chimeneas.

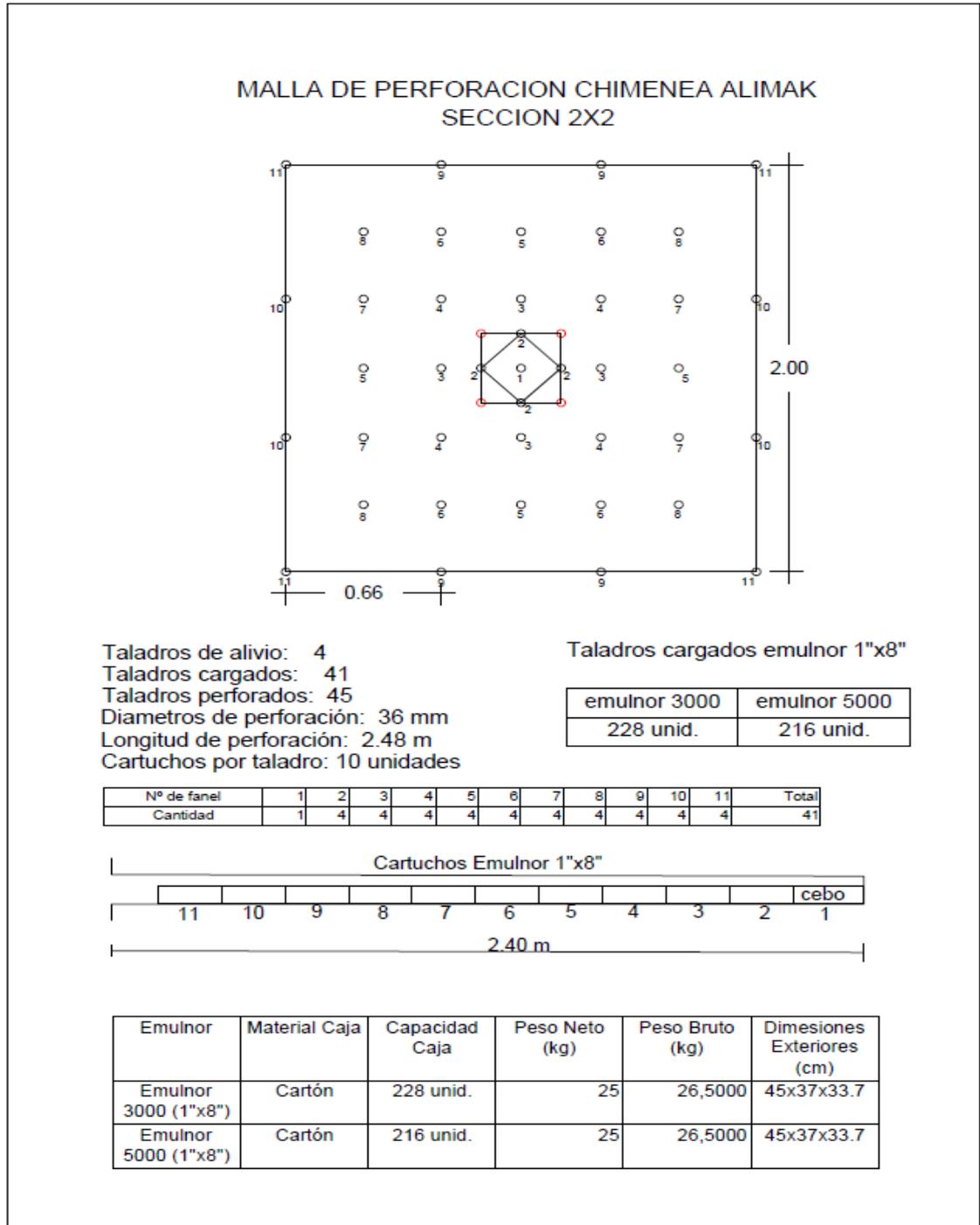


Figura 12. Parámetros de perforación y voladura en chimeneas de 2x2.
 Fuente: departamento de planeamiento

2.6.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN CHIMENEAS 2X2

Para el desarrollo de las diferentes chimeneas a desarrollar en el nivel NV 2120, se presenta las diferentes actividades a realizar durante el periodo abril y mayo, considerando el inicio y el fin del desarrollo de las chimeneas.

Tabla 3. Gantt en chimeneas de extracción en el Nv 2120 de la UEA Poderosa

DIAGRAMA DE GANTT - NV 2120					Tiempo de duración (días)		Fecha de inicio	Fecha de finalización	Responsable	Estado	14-Abr	15-Abr	16-Abr	17-Abr	18-Abr	19-Abr	20-Abr	21-Abr	22-Abr	23-Abr	24-Abr	25-Abr	26-Abr	27-Abr	28-Abr	29-Abr	30-Abr	01-May	02-May	03-May	04-May	05-May	06-May	07-May	08-May	09-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	15-May	16-May	17-May	18-May	19-May	20-May	21-May	22-May	23-May	24-May
Chimeneas RC de extracción					31	DIAS	18-Abr	20-May		Proceso																																									
MONTALI	CH RC 34	2410	10	mts	14	días	18-Abr	19-Abr	Montali	Avance vertical	4	4	2	2	2	Mantenimiento																																			
							22-Abr	25-Abr		Desinstalación de carriles	X	X	X	X																																					
							26-Abr	28-Abr		Traslado a superficie	X	X	X																																						
							21-Abr	21-Abr		TAPON																																									
	CH RC 39	2995	40	mts	24	días	29-Abr	01-May	Montali	Chimenea piloto	2	2	2																									Traslado a labor													
							02-May	05-May		Montaje	X	X	X	X																																					
							06-May	18-May		Avance vertical	Man	4	4	4	4	Lev	4	4	4	4	Lev	2	Mantenimiento	X	X	X	X																								
							19-May	22-May		Desinstalación de carriles																																									
	CH RC 35	2120	40	mts	12	días	15-Abr	21-Abr	Montali	Chimenea piloto																																									
							22-Abr	25-Abr		Traslado a labor	2	2	4	Lev	4	4	4	Mantenimiento	X	X	X	X																													
	CH RC 38	2120	40	mts	24	días	27-Abr	29-Abr	Montali	Chimenea piloto	2	2	2																																						
							30-Abr	03-May		Traslado a labor	X	X	X	X																																					
							28-Abr	10-May		Montaje	Mar	4	4	4	4	Lev	4	4	4	4	Lev	2	Mantenimiento	X	X	X	X																								
							04-May	20-May		Desinstalación de carriles																																									

Fuente: departamento de planeamiento

El programa a desarrollar en la chimenea Ch 38, en el nivel Nv 2120, considera un programa de 40 metros, a ser desarrollado en 24 días durante el mes de mayo, iniciándose el 27 de abril y terminará el 20 de mayo.

2.6.3 CONSIDERACIONES DE LABORES DE AVANCE, PERIODO 2022

El desarrollo de labores de avance realizados en la Unidad Santa María durante el periodo de enero a abril del 2022, considera el desarrollo de un total de 186 metros, con un promedio de 46.60 metros mensuales.

El nivel promedio de avance es de 46.60 metros, los cuales representan un bajo nivel de cumplimiento.

Uno de los objetivos del presente trabajo de investigación, es tratar de entender el bajo rendimiento de avance en labores de desarrollo y preparación, considerando la importancia de la recuperación de mineral, sobre todo en chimeneas de extracción.

Tabla 4. Avances mensuales en labores de desarrollo en la Unidad Santa María

AVANCES MENSUALES -2022

AÑO	MES	Sta María	Total Mes (mts)
2022	Enero	56.00	→ 56.00
	Febrero	24.90	↓ 24.90
	Marzo	79.60	↑ 79.60
	Abril	25.90	↓ 25.90
	Mayo		
	Junio		
	Julio		
	Agosto		
	Septiembre		
	Octubre		
	Noviembre		
	Diciembre		
Total General (mts)		186.40	186.40
Promedio(mts)		46.60	46.60

Fuente: departamento de planeamiento



Figura 13. Avance de labores de desarrollo y preparación, unidad Santa María.
Fuente: departamento de planeamiento

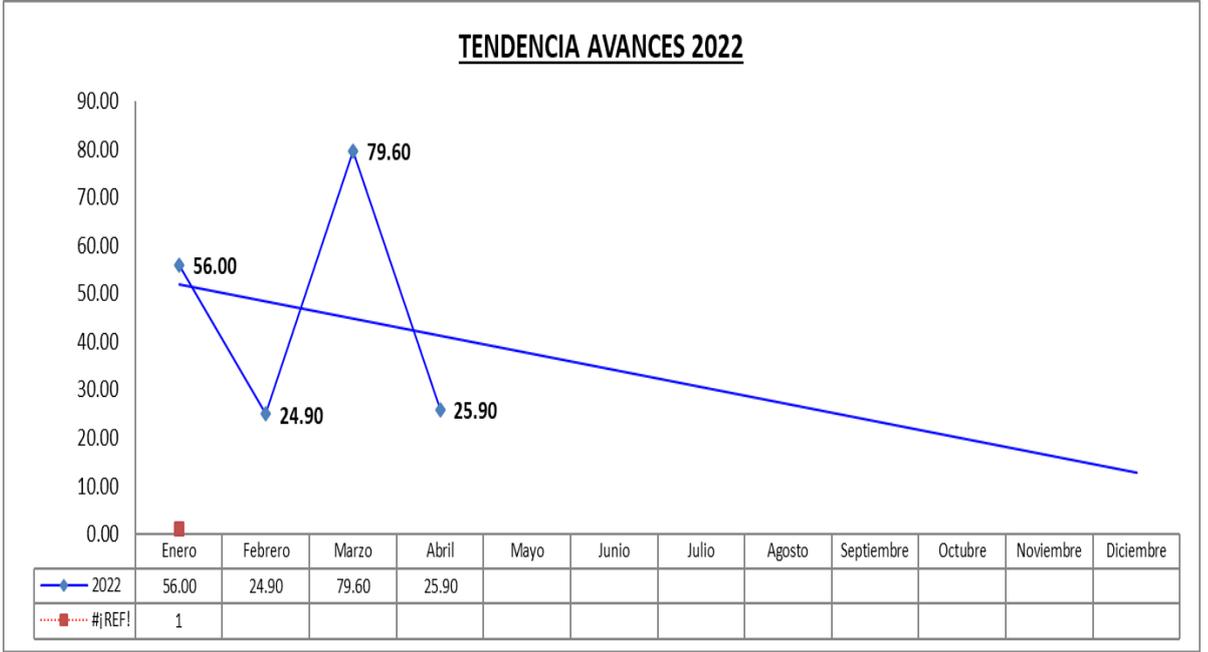


Figura 14. Tendencia de avance de labores de desarrollo y preparación.
Fuente: departamento de planeamiento

2.6.4 CONSIDERACIONES DE LABORES DE AVANCE, PROGRAMADO Y EJECUTADO, PERIODO 2022

El cumplimiento de labores de desarrollo de labores de avance programado y ejecutado durante el periodo de enero a abril en la Unidad Santa María fue del 42%.

El programado de metros lineales durante el periodo de enero a abril fue de 479 metros y el ejecutado fue de 186.4 metros, generando un déficit de 292.6 metros.

El porcentaje de cumplimiento varía desde el 16% hasta el 72% en labores de desarrollo y preparación, los cuales afectan directamente en el cumplimiento de los planes de minado de corto plazo.

Así mismo, analizar el cumplimiento de avances durante el periodo enero a abril del 2022, afecta también en la rentabilidad operacional, por un menor cumplimiento de los planes de producción, por tal motivo se realiza el presente trabajo de investigación para analizar las principales variables operacionales de perforación y voladura y el grado de fragmentación post voladura.

Tabla 5. Cumplimiento de avances programado y ejecutado, Unidad Santa María

CUMPLIMIENTO DE AVANCES SEGÚN PROGRAMA CIA

MES	Santa Maria			ACUMULADO		
	Programado	Ejecutado	% Cumplim.	Programado	Ejecutado	% Cumplim.
Enero	104.0	56.0	54%	104.0	56.0	54%
Febrero	157.0	24.9	16%	157.0	24.9	16%
Marzo	110.0	79.6	72%	110.0	79.6	72%
Abril	108.0	25.9	24%	108.0	25.9	24%
Mayo				0.0	0.0	
Junio				0.0	0.0	
Julio				0.0	0.0	
Agosto				0.0	0.0	
Septiembre				0.0	0.0	
Octubre				0.0	0.0	
Noviembre				0.0	0.0	
Diciembre				0.0	0.0	
TOTAL	479.0	186.4	42%	479.0	186.4	42%

% CUMPLIMIENTO	42%
-----------------------	------------

Fuente: departamento de planeamiento

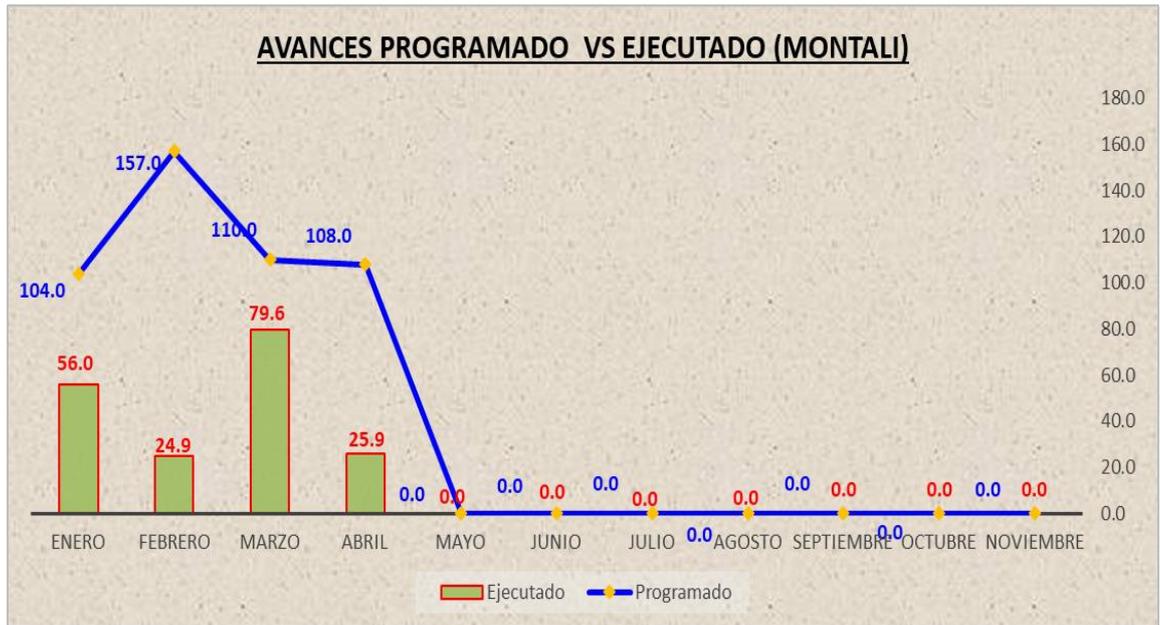


Figura 15. Avance programado y ejecutado en labores de desarrollo y preparación
Fuente: departamento de planeamiento

2.6.5 CONSIDERACIONES DE GRANULOMETRÍA POST VOLADURA

Una de las consideraciones a tener en cuenta en los procesos unitarios de mina a planta es poder controlar el grado de fragmentación post voladura. El resultado generado en la voladura afecta directamente en la rentabilidad operacional, siendo los procesos de carguío y acarreo (rendimiento), así como el proceso de conminución de chancado y molienda (consumo de energía).

El grado de fragmentación post voladura tiene una incidencia en las diferentes operaciones de la Unidad Santa María de la mina Poderosa, es así como se realiza el presente trabajo de investigación relacionando la granulometría con las variables operacionales de perforación y voladura en la chimenea Ch – 38 en el nivel Nv 2120.

El grado de fragmentación afecta directamente al rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, incidiendo directamente en la capacidad efectiva de los equipos.

Así mismo, afecta directamente en las etapas de chancado y molienda asociando directamente en el mayor consumo de energía, producto de un mayor o menor grado de fragmentación (P80 y finos) asociado al resultado de la voladura.

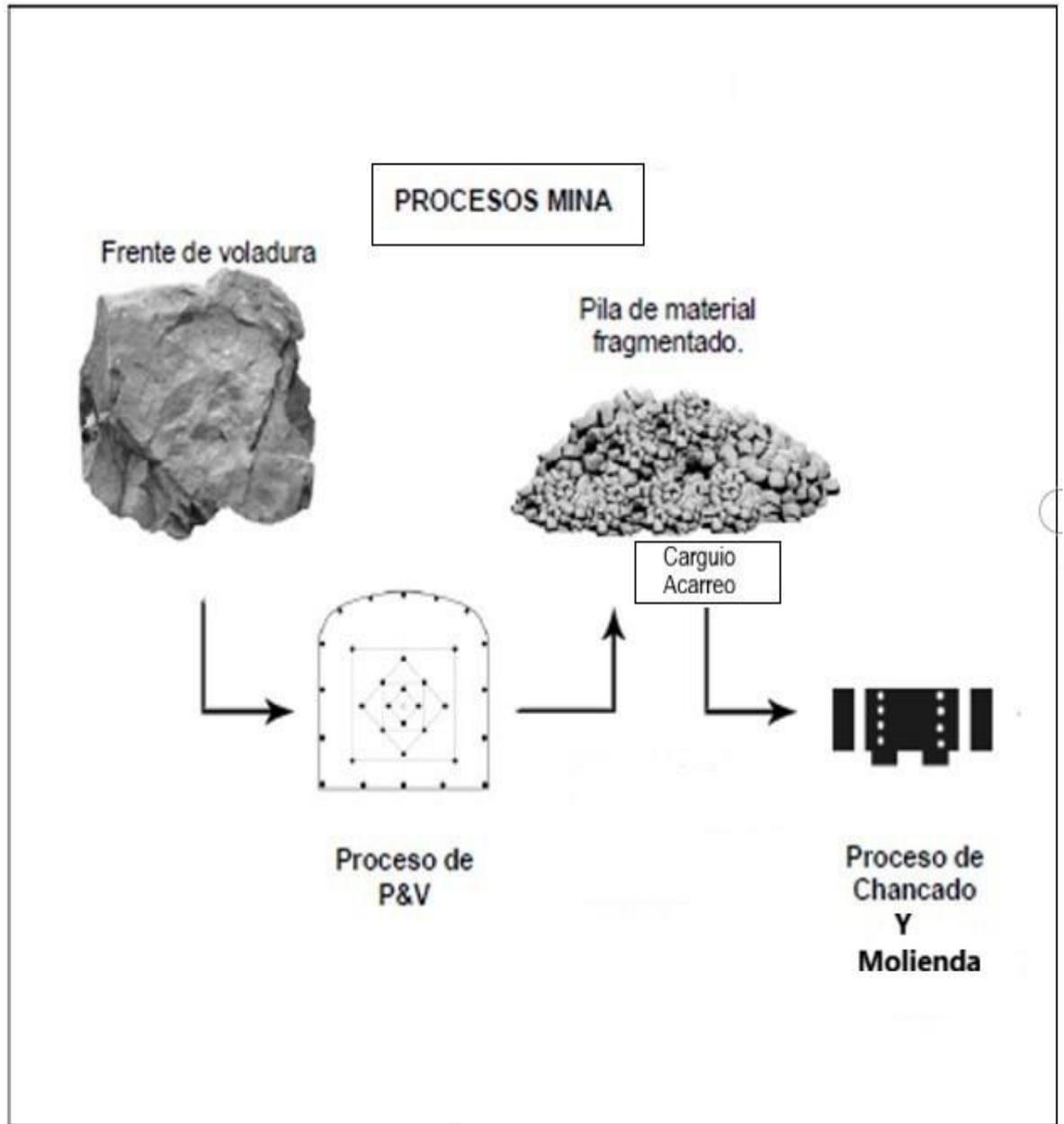


Figura 16. Proceso unitario de mina en labores de desarrollo y preparación
Fuente: departamento de planeamiento

Durante el desarrollo de la presente tesis, se analizó el grado de fragmentación mediante el análisis de imágenes, mediante el software WipFrag. El análisis granulométrico realizado en las diferentes chimeneas, periodo abril y mayo, se comparará con los diferentes parámetros de perforación y voladura para la optimización en el avance de la chimenea Ch38, nivel Nv 2120 de la Unidad Santa María.



Figura 17. Chimenea 38 – nivel Nv 2120, unidad Santa María
Fuente: propia

El análisis granulométrico se realiza también en la galería del nivel Nv 2120 de la Unidad Santa María de Minera Poderosa.

Los resultados de la voladura en la galería, considerando el material fragmentado grueso y finos, considera un P80 de 9.34 pulgadas, siendo los fragmentos mínimos de 0.17 pulgadas y máximos de 12.99 pulgadas. Los finos < 1 pulgada representa el 39.22% del resultado de la voladura, este alto porcentaje de finos presentes afectará directamente en la dilución y valor de mineral, por lo tanto, en la rentabilidad operacional.



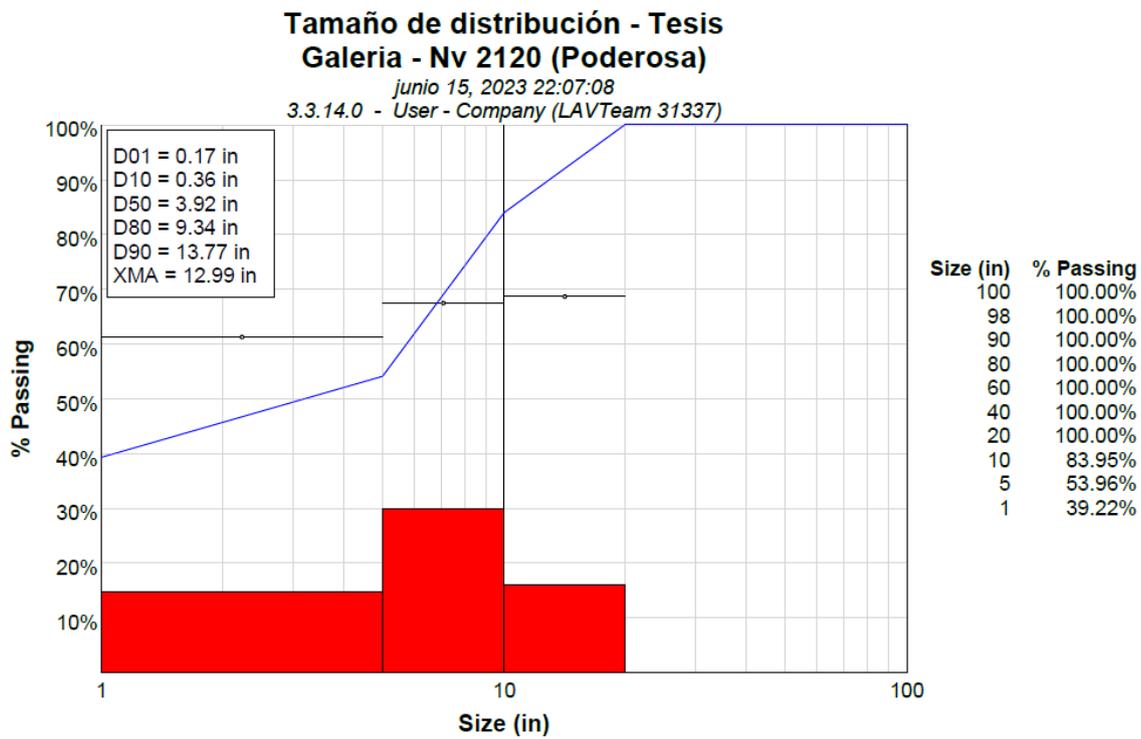
Figura 18. Galería – Nv 2120, unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia

Tabla 6. Resultado de fragmentación en Galería del Nv 2120, Unidad Santa María

GRADO DE FRAGMENTACIÓN		
GALERÍA - Nv 2120		
ITEM	UNIDAD	GAL - Nv 2120
HISTOGRAMA		
Tamaño Mínimo	Pulg	0.170
Tamaño Máximo	Pulg	12.990
N° de Blocks Analizados		329
CURVA ACUMULATIVA		
El 10% pasa por una malla	Pulg	0.360
El 50% pasa por una malla	Pulg	3.920
El 90% pasa por una malla	Pulg	13.770
El P80	Pulg	9.34
TABLA PORCENTUAL		
		100% < a 20"
		85% < a 10"
		39% < a 1"

Fuente: propia

Tabla 7. Tamaño de distribución de fragmentación, Galería-Nv 2120, U. Santa María



Fuente: propia



Figura 19. Análisis granulométrico, Galería – Nv 2120, con WipFrag 3.3, mina Poderosa.
Fuente: propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación es del tipo científica, porque analizará de forma ordenada las variables de perforación y voladura, para la optimización en el avance de la chimenea Ch 38.

A. Método general

La aplicación del método es inductivo – deductivo, donde se observa e investiga el análisis de las variables de perforación y voladura para la optimización en el avance de la chimenea Ch 38 en el nivel Nv 2120 en Compañía Minera Poderosa. El análisis de las variables de perforación y voladura se complementará con el análisis de granulometría post voladura, el cual definirá el control de porcentaje de finos y la mejora de la rentabilidad económica, controlando la dilución asociada.

B. Métodos específicos

La recolección de información y el procesamiento de variables de perforación y voladura, relacionando el grado de fragmentación post voladura y el avance efectivo en la chimenea Ch – 38 en el nivel Nv 2120 e3 la Compañía Minera Poderosa se describe como:

Recolección de información previa. Se recolectó informes de periodos previos, con la finalidad de entender el comportamiento del resultado de la voladura y su

influencia en los finos asociados. Se considera información de las áreas de geología, geomecánica, operaciones, etc.

Trabajo de campo. Se observó, los diferentes parámetros de perforación y voladura, analizando el grado de fragmentación mediante el análisis de imágenes con el software WipFrag 3.3, definiendo el P80 y finos asociados en la chimenea Ch 38 del nivel Nv 2120.

Trabajo de gabinete: Se analizó los resultados obtenidos en la perforación y voladura en labores asociados al nivel Nv 2120 como galería y chimeneas, relacionando los resultados con la granulometría post voladura.

Resultados. Se planteó los resultados mediante escenarios anteriores al estudio comparados con escenarios durante el estudio analizando las variables de perforación y voladura con el grado de fragmentación asociada, en la Ch 38 del nivel Nv 2120.

3.1.2 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se aplicada en el área de perforación y voladura, considerando sus parámetros y el resultado post voladura, para la mejora en el avance efectivo de la chimenea Ch 38 en el nivel Nv 2120 de la Compañía Minera Poderosa.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La tesis es descriptivo longitudinal, el cual evaluará y describirá el resultado de los parámetros de perforación y voladura con el grado de fragmentación post voladura en la chimenea Ch 38, nivel Nv 2120.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

Está definido por las labores asociadas a la Compañía Minera Poderosa, en la Unidad Santa María.

3.3.2 MUESTRA

Pertenece a los disparos asociados a la galería y chimenea asociados al nivel 2120 y al análisis de la Ch 38 en el mismo nivel.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se aplica de acuerdo al método y tipo de investigación realizada.

3.4.1 TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- ✓ **Observación en proceso de perforación y voladura**
- ✓ **Observación y revisión de información de perforación y voladura Nv 2120**
- ✓ **Formularios de perforación y voladura**

3.4.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- ✓ **Tablas de perforación y voladura**
- ✓ **Ficha de datos operacionales de perforación y voladura**
- ✓ **Plantillas de Microsoft Excel**
- ✓ **Bibliografía de internet**
- ✓ **Otros**

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de la presente tesis, analiza las variables de perforación y voladura, para la optimización en labores de preparación como chimeneas y galerías, considerando la mejora en el avance de la chimenea Ch 38 del nivel Nv 2120, de la compañía Minera Poderosa. Las variables analizadas de perforación y voladura han sido relacionadas con el análisis de granulometría, para la mejora en el avance efectivo y el control de la granulometría de la chimenea Ch 38 en el nivel Nv 2120, en la Unidad Santa María.

4.1 ANÁLISIS DE VARIABLES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

Se analizó las diferentes variables operacionales de perforación y voladura considerando las labores de desarrollo y preparación como galería, chimeneas: Ch 35, Ch 36 y Ch 38. El resultado de las diferentes variables operacionales fueron relacionar el número de taladros con el número de pies perforados y el avance efectivo, así también la relación de factor de potencia con el avance efectivo y los kg de explosivos usados en las siguientes labores:

- a) Galería Nv. 2120

Los resultados de los diferentes disparos asociado a una densidad de 2.8, se representa en la siguiente tabla:

Tabla 8. Parámetros de perforación y voladura, galería - Nv 2120, Unidad Santa María

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA																	
GALERÍA - NIVEL 2120																	
Fecha	ECM	Actividad	Turno	Nivel	Veta	Labor	Long perf.	N° talad perf	Pies Perf	N° talad Cargados	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000	FANELES 3 m	CORDÓN DETON (m)	Consumo Expl kg	Avance (m)	FP (Kg/Ton)
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	6	43	258	41	114	170	41	12	35.44	1.50	1.13
Setiembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Juli	GL NW 5	6	43	258	41	114	170	41	12	35.44	1.53	1.13
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	8	43	327	41	211	114	41	12	39.59	1.95	0.95
Setiembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Juli	GL NW 5	8	40	304	36	211	114	36	10	36.33	1.47	0.87
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	6	53	318	41	113	170	41	15	32.07	1.51	1.03
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	8	43	327	40	211	114	40	12	39.59	1.53	0.95
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	6	42	252	40	211	114	40	12	39.59	1.55	1.27
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	6	42	252	40	211	114	40	10	39.59	1.50	1.27
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	6	39	234	36	140	108	36	10	31.11	1.51	1.00
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 5	6	50	300	48	108	170	48	10	31.52	1.57	1.01
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 6	6	49	294	45	150	120	45	12	30.34	1.51	0.97
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 6	6	45	270	41	128	129	41	10	32.23	1.52	1.03
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 6	6	45	270	41	147	146	41	15	36.82	1.51	1.18
Setiembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Juli	GL NW 6	6	45	270	41	135	100	41	10	28.55	1.55	0.91
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 6	6	45	270	41	115	116	41	12	29.84	1.52	0.96
Setiembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Juli	GL NW 6	6	51	306	48	182	324	48	20	62.24	1.54	1.99
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 6	6	51	306	48	135	100	48	15	28.55	1.53	0.91
Setiembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Juli	GL NW 6	6	51	306	48	186	324	48	20	62.24	1.52	1.99
Setiembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Juli	GL NW 6	6	45	270	41	115	116	41	12	29.84	1.52	0.96
PROMEDIO							6	46	284	42	155	149	42	13	36.89	1.54	1.13

Fuente: propia

La galería desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.7 x 2.7 m, con longitudes de perforación de 6 y 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 46 y con un promedio de taladros cargados de 42. El total de consumo de explosivo fue de 36.89 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.54 m. El tonelaje promedio con 6' es de 31.23 ton/disparo y de 8' es de 41.64 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.13 kg/ton.

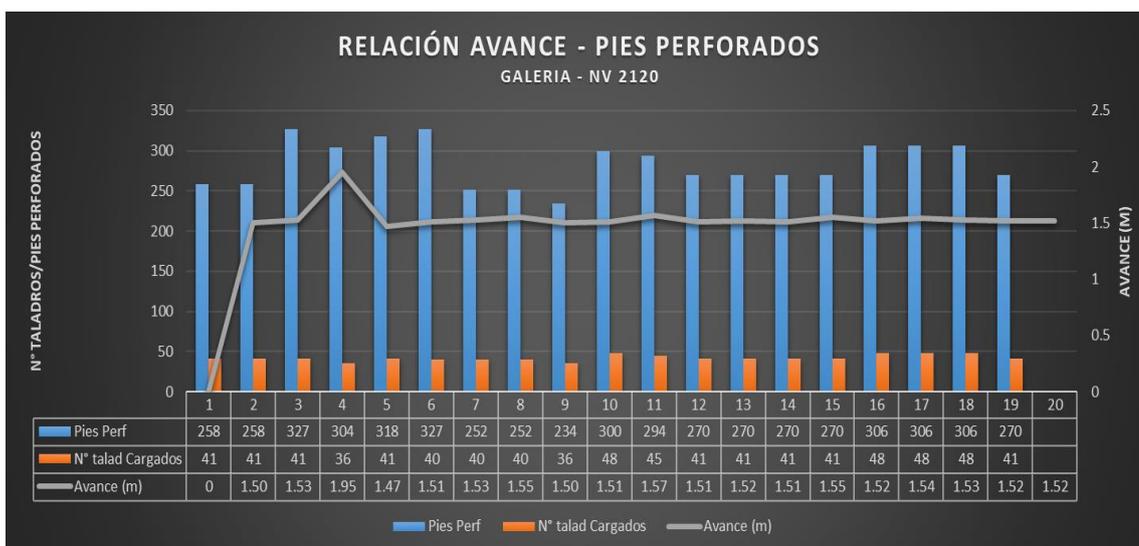


Figura 20. Relación avance con pies perforados en Galería – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

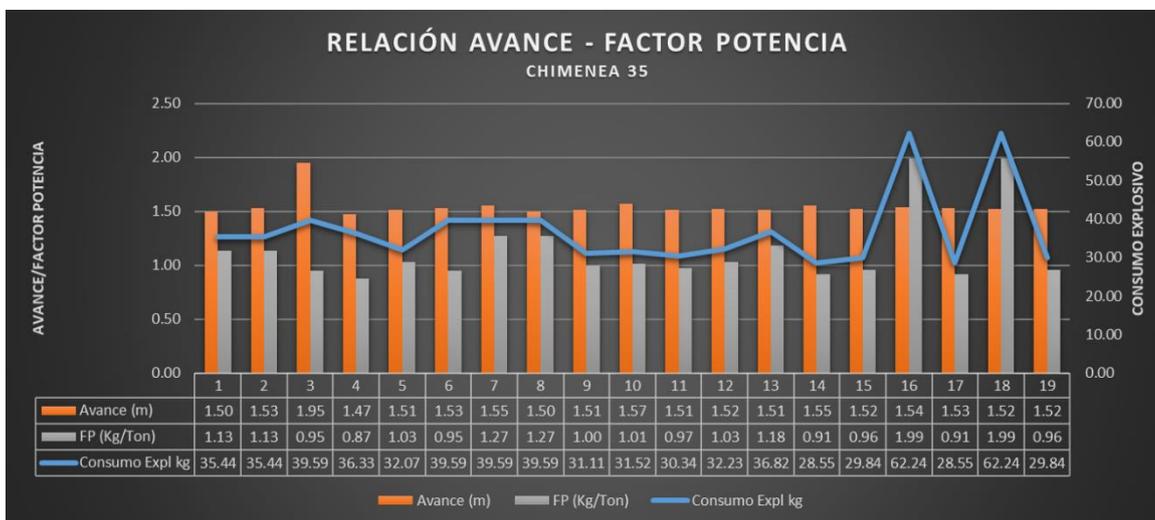


Figura 21. Relación avance con factor de potencia en Galería – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

b) Chimenea: Ch 35 – Nv 2120

Los resultados de los diferentes disparos en la Ch 35, está representada en la siguiente tabla:

Tabla 9. Parámetros de perforación y voladura, Chimenea 35 - Nv 2120, Unidad Santa María

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA																	
CHIMENEA 35 - NIVEL 2120																	
Fecha	ECM	Actividad	Turno	Nivel	Veta	Labor	Long perf.	N° talad perf	Pies Perf	N° talad Cargados	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000	FANELES 3 m	CORDÓN DETON (m)	Consumo Expl kg	Avance (m)	FP (Kg/Ton)
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	351	41	114	337	41	10	51.50	1.95	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	356	41	114	337	41	10	51.50	2.00	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	356	41	165	216	41	10	43.09	2.10	1.89
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	351	41	114	337	41	10	51.50	1.92	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	356	41	114	337	41	10	51.50	1.92	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	347	41	114	337	41	10	51.50	1.50	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	356	41	114	337	41	10	51.50	2.08	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	358	41	127	324	41	10	51.43	2.10	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	347	41	127	324	41	10	51.43	1.86	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	349	41	127	324	41	10	51.43	1.95	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	353	41	114	337	41	10	51.50	1.92	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	356	41	127	324	41	10	51.43	2.10	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	351	41	127	324	41	10	51.43	1.49	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	127	324	41	12	51.43	1.92	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	114	337	41	10	51.50	1.98	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	114	337	41	10	51.50	1.96	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	114	337	41	10	51.50	2.07	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	114	348	42	10	52.78	2.01	2.31
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	114	337	41	10	51.50	2.04	2.25
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	41	228	141	41	15	41.32	1.86	1.81
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	42	114	348	42	10	52.78	1.97	2.31
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	42	114	348	42	10	52.78	1.96	2.31
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	42	114	348	42	10	52.78	1.96	2.31
Octubre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	42	114	348	42	10	52.78	1.96	2.31
Octubre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Samy	CH-RC-35	8	45	342	42	64	348	42	10	47.30	1.95	2.07
PROMEDIO							8	45	347	41	122	324	41	10	50.83	1.94	2.22

Fuente: propia

La chimenea Ch 35 desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.0 x 2.0 m, con longitudes de perforación de 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El total de consumo de explosivo fue de 50.83 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.94 m. El tonelaje promedio es de 22.85 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 2.22 kg/ton.

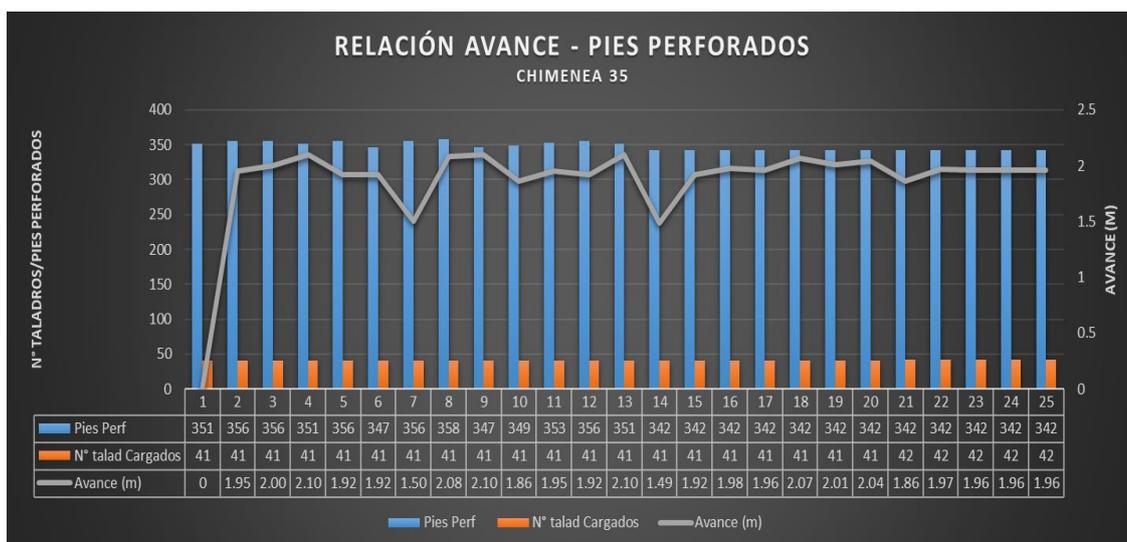


Figura 22. Relación avance con pies perforados en Ch 35 – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

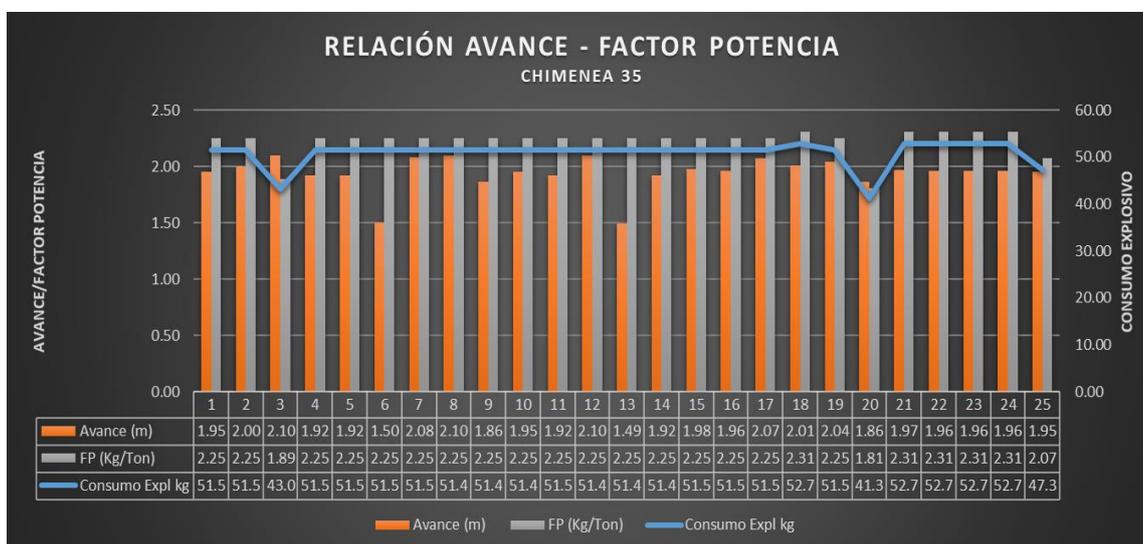


Figura 23. Relación avance con factor de potencia en Ch 35 – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

c) Chimenea: Ch 36 – Nv 2120

Los resultados de los diferentes disparos en la Ch 36, está representada en la siguiente tabla:

Tabla 10. Parámetros de perforación y voladura, Chimenea 36 - Nv 2120, Unidad Santa María

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA																	
CHIMENEA 36 - NIVEL 2120																	
Fecha	ECM	Actividad	Turno	Nivel	Veta	Labor	Long perf.	N° talad perf	Pies Perf	N° talad Cargados	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000	FANELES 3 m	CORDÓN DETON (m)	Consumo Expl kg	Avance (m)	FP (Kg/Ton)
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	45	360	41	178	150		12	36.88	1.90	1.61
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	41	178	150		20	36.88	1.98	1.61
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	37	114	216		15	37.50	2.05	1.64
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	41	114	296		20	46.76	1.98	2.05
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	41	127	324		20	51.43	2.01	2.25
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	48	384	45	114	337		30	51.50	1.97	2.25
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	45	114	337		30	51.50	1.94	2.25
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	45	360	40	220	220	40	10	49.59	1.94	2.17
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	41	127	324	41	20	51.43	1.97	2.25
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	41	127	324	41	20	51.43	1.98	2.25
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	352	40	220	220	40	10	49.59	1.93	2.17
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	334	42	228	216	42	10	50.00	2.12	2.19
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	334	38	114	304	38	10	47.69	1.91	2.09
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	41	303	38	228	190	38	10	46.99	2.01	2.06
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	41	299	37	228	196	37	10	47.69	1.98	2.09
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	41	299	38	190	190	37	15	42.82	1.99	1.87
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	40	292	36	234	90	36	10	36.07	1.95	1.58
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	43	299	40	100	300	40	15	45.69	1.98	2.00
Noviembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	Julie	CH RC 36	8	44	321	40	228	216	40	10	50.00	1.93	2.19
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	40	300	37	228	170	37	10	44.68	1.92	1.96
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	45	312	41	160	250	41	10	46.48	1.96	2.03
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	40	304	37	114	145	37	10	29.28	1.97	1.28
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	40	304	35	144	152	35	10	33.38	1.93	1.46
Noviembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	Julie	CH RC 36	8	43	327	41	228	216	41	40	50.00	1.95	2.19
PROMEDIO							8	43	331	40	169	231	39	16	45.22	1.97	1.98

Fuente: propia

La chimenea Ch 36 desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.0 x 2.0 m, con longitudes de perforación de 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 43 y con un promedio de taladros cargados de 40. El total de consumo de explosivo fue de 45.22 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.97 m. El tonelaje promedio es de 22.85 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.98 kg/ton.

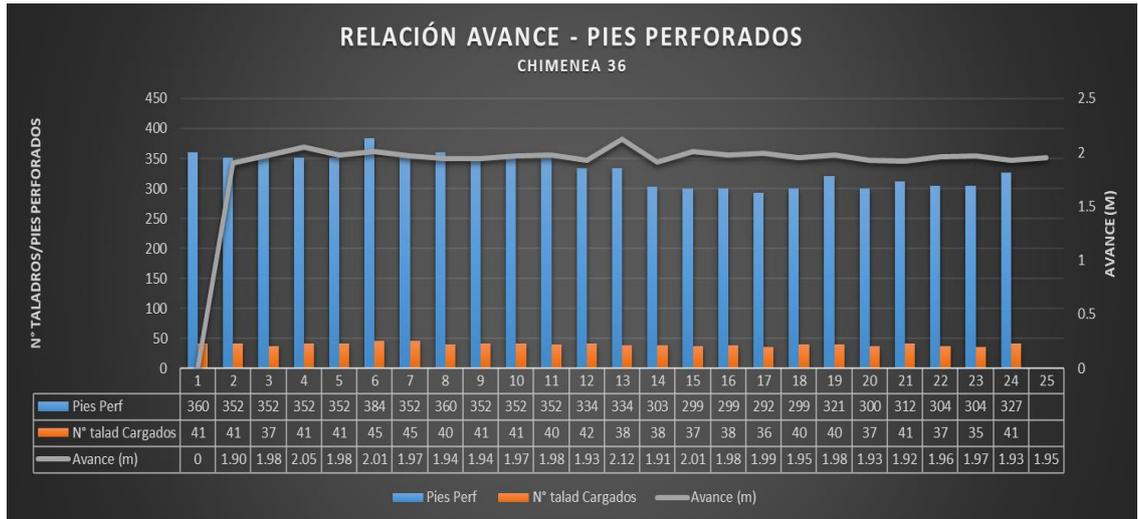


Figura 24. Relación avance con pies perforados en Ch 36 – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

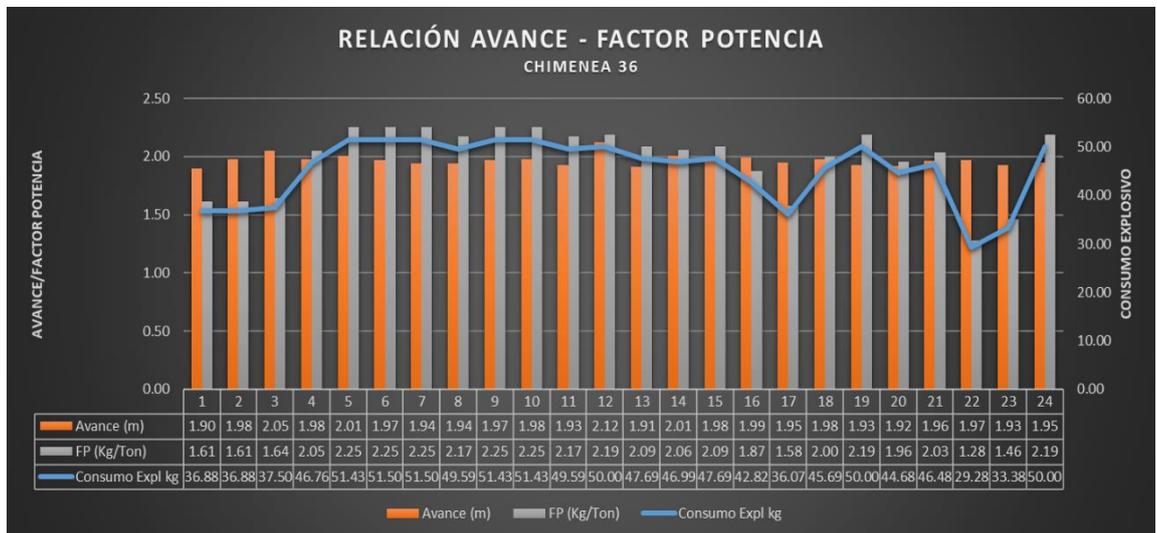


Figura 25. Relación avance con factor de potencia en Ch 36 – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

d) Chimenea: Ch 38 – Nv 2120

Los resultados de los diferentes disparos en la Ch 38, está representada en la siguiente tabla:

Tabla 11. Parámetros de perforación y voladura, Chimenea 38 - Nv 2120, Unidad Santa María

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA																	
CHIMENEA 38 - NIVEL 2120																	
Fecha	ECM	Actividad	Turno	Nivel	Veta	Labor	Long perf.	N° talad perf	Pies Perf	N° talad Cargados	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000	FANELES 3 m	CORDÓN DETON (m)	Consumo Expl kg	Avance (m)	FP (Kg/Ton)
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	41	312	41	160	250	41	10	46.48	1.98	2.03
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	337	41	10	51.50	2.10	2.25
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	337	41	10	51.50	1.97	2.25
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	228	216	41	10	50.00	1.98	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	43	327	41	228	216	41	10	50.00	2.01	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	43	327	41	228	216	41	10	50.00	2.01	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	43	327	41	228	216	41	15	50.00	1.98	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	228	216	41	40	50.00	2.01	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	235	108	41	10	48.00	2.02	2.10
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	228	216	41	10	50.00	1.92	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	228	216	41	10	50.00	1.99	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	228	216	41	10	50.00	2.01	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	335	41	10	51.27	2.04	2.24
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	335	41	10	51.27	2.10	2.24
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	335	41	10	51.27	2.20	2.24
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.01	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	20	50.00	2.10	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.20	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.10	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	DIA	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.13	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	1.90	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	1.81	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.03	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.05	2.19
Diciembre	MONTALI	AVANCE	NOCHE	2120	San Francisco	CH 38	8	45	342	41	114	324	41	10	50.00	2.09	2.19
PROMEDIO							8	45	339	41	157	280	41	12	50.05	2.03	2.19

Fuente: propia

La chimenea Ch 38 desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.0 x 2.0 m, con longitudes de perforación de 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El total de consumo de explosivo fue de 50.05 kg/disparo, considera un avance promedio de 2.03 m. El tonelaje promedio es de 22.85 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 2.19 kg/ton.

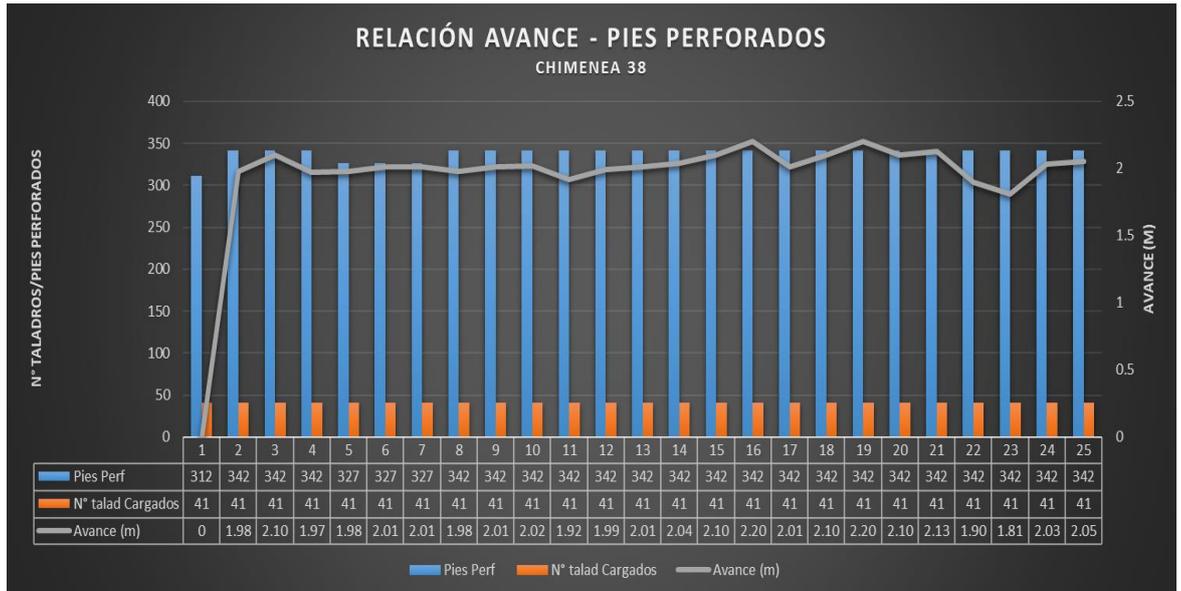


Figura 26. Relación avance con pies perforados en Ch 38 – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

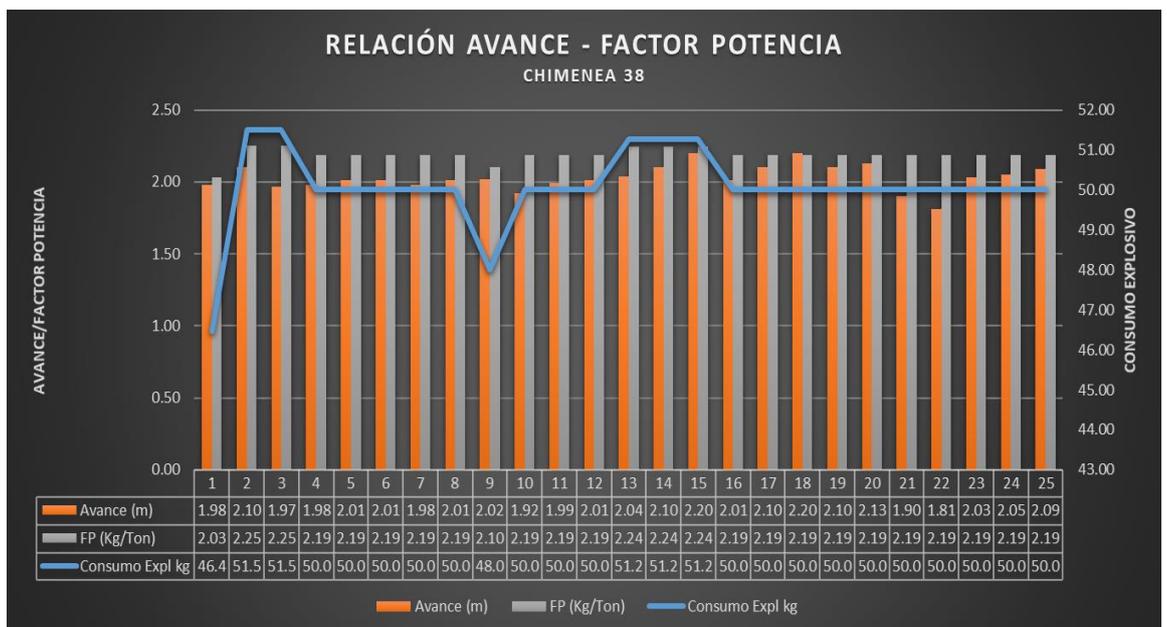


Figura 27. Relación avance con factor de potencia en Ch 38 – Nv 2120, U. Santa María.
Fuente: propia

e) Resumen de parámetros de perforación y voladura

Los resultados obtenidos en los diferentes disparos asociados a la galería, chimeneas: Ch 35, Ch 36 y Ch 38 en el Nv 2120 se observa en la siguiente tabla:

Tabla 12. Resumen de parámetro de perforación y voladura, en galería y chimeneas.

RESUMEN DE LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN							
Galería y Chimeneas - Nv 2120							
MES	Longitud Perforación	N° Taladros Perforados	Pies Perforados	N° Taladros Cargados	Avance m	Consumo Explosivo kg	Factor potencia Kg/ton
Galería	6 - 8 pies	45.53	283.77	42.00	1.54	36.89	1.13
Chimenea 35	8 pies	45.00	347.49	41.20	1.94	50.83	2.22
Chimenea 36	8 pies	43.17	331.24	39.71	1.97	45.22	1.98
Chimenea 38	8 pies	44.60	338.96	41.00	2.03	50.05	2.19
Promedio		45	325.36	41	1.87	45.75	1.88

Fuente: propia

Las labores de desarrollo y preparación analizadas consideran (galería y chimeneas) en el Nv 2120, tiene un promedio de longitud de perforación de 6 y 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El total de consumo de explosivo fue de 45.75 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.87 m. El tonelaje promedio es de 22.85 a 31.23 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.88 kg/ton.

El estudio desarrollado durante el periodo de octubre a diciembre del 2022, se comparó con los resultados obtenidos en las chimeneas 35 y 36, con la chimenea 38, obteniéndose una mejora en el avance efectivo de 1.97 m en las chimeneas Ch 35 y Ch 36, mejorando a 2.03 metros en la chimenea Ch 38.

Esta mejora es producto de un análisis del grado de fragmentación post voladura controlando de alguna forma los finos presentes en las voladuras realizadas en la chimenea Ch 38.

4.2 ANÁLISIS DEL GRADO DE FRAGMENTACIÓN

El análisis granulométrico se realizó en los periodos de setiembre a diciembre, considerando el análisis de imágenes mediante el software WipFrag 3.3, el cual nos generó la curva granulométrica asociada al tamaño mínimo y máximo, así como al P80 y finos asociados a la voladura realizada en cada labor analizada.

Para el periodo de setiembre a diciembre se realizó el análisis del grado de fragmentación post voladura en las labores de desarrollo y preparación como galería y chimeneas: Ch 35, Ch 36 y Ch 38 en el nivel Nv 2120, para la mejora en el avance efectivo de la Ch 38.

Los resultados de la granulometría para la mejora del avance efectivo en la chimenea Ch 38 se analiza a continuación:

a) Análisis de granulometría en galería – Nv 2120



***Figura 28. Post voladura en galería – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia***

Tabla 13. Grado de fragmentación, galería en Nv 2120 en *mina Poderosa*

GRADO DE FRAGMENTACIÓN

GALERÍA - Nv 2120

ITEM	UNIDAD	GAL - Nv 2120
HISTOGRAMA		
Tamaño Mínimo	Pulg	0.170
Tamaño Máximo	Pulg	12.990
N° de Blocks Analizados		329
CURVA ACUMULATIVA		
El 10% pasa por una malla	Pulg	0.360
El 50% pasa por una malla	Pulg	3.920
El 90% pasa por una malla	Pulg	13.770
El P80	Pulg	9.34
TABLA PORCENTUAL		
		100% < a 20"
		85% < a 10"
		39% < a 1"

Fuente: propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa un tamaño mínimo de 0.17 pulgadas y un máximo de 12.99 pulgadas de mineral post voladura, considerando un P80 de 9.34 pulgadas. Uno de los mayores efectos en el análisis granulométrico en resultados de voladura en minas de oro (como es el presente caso) es controlar los finos asociados, el cual en este caso representa el 39% del total de material < a 1 pulgada y el 85% de material fragmentado es < a 10 pulgadas.

El análisis de la granulometría en el presente estudio permitió conocer el comportamiento de la granulometría en galerías para luego ser relacionada con labores de preparación tipo chimeneas Ch 35, Ch 36 y Ch 38, nivel Nv 2120.

La presencia del incremento de finos en la galería está directamente relacionado a los kg de explosivos utilizados y los número de taladros cargados, en función al diseño de malla de perforación siendo estas en la galería de 36.89 kg/disparo y de 42 taladros cargados.

Tabla 14. Tamaño de distribución, galería en Nv 2120 en mina Poderosa

**Tamaño de distribución - Tesis
Galería - Nv 2120 (Poderosa)**

junio 15, 2023 22:07:08

3.3.14.0 - User - Company (LAVTeam 31337)



Fuente: propia



Figura 29. Análisis de la granulometría en galería, mediante software Wipfrag 3.3
Fuente: propia

b) Análisis de granulometría en chimenea Ch 35 – Nv 2120



***Figura 30. Post voladura en Ch 35 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia***

Tabla 15. Grado de fragmentación, chimenea Ch 35 en Nv 2120 en *mina Poderosa*

GRADO DE FRAGMENTACIÓN

CHIMENEA 35 - Nv 2120

ITEM	UNIDAD	CH 35 - Nv 2120
HISTOGRAMA		
Tamaño Mínimo	Pulg	0.080
Tamaño Máximo	Pulg	9.530
N° de Blocks Analizados		245
CURVA ACUMULATIVA		
El 10% pasa por una malla	Pulg	0.240
El 50% pasa por una malla	Pulg	0.950
El 90% pasa por una malla	Pulg	8.080
El P80	Pulg	6.15
TABLA PORCENTUAL		
		100% < a 10"
		74% < a 5"
		52.60% < a 1"

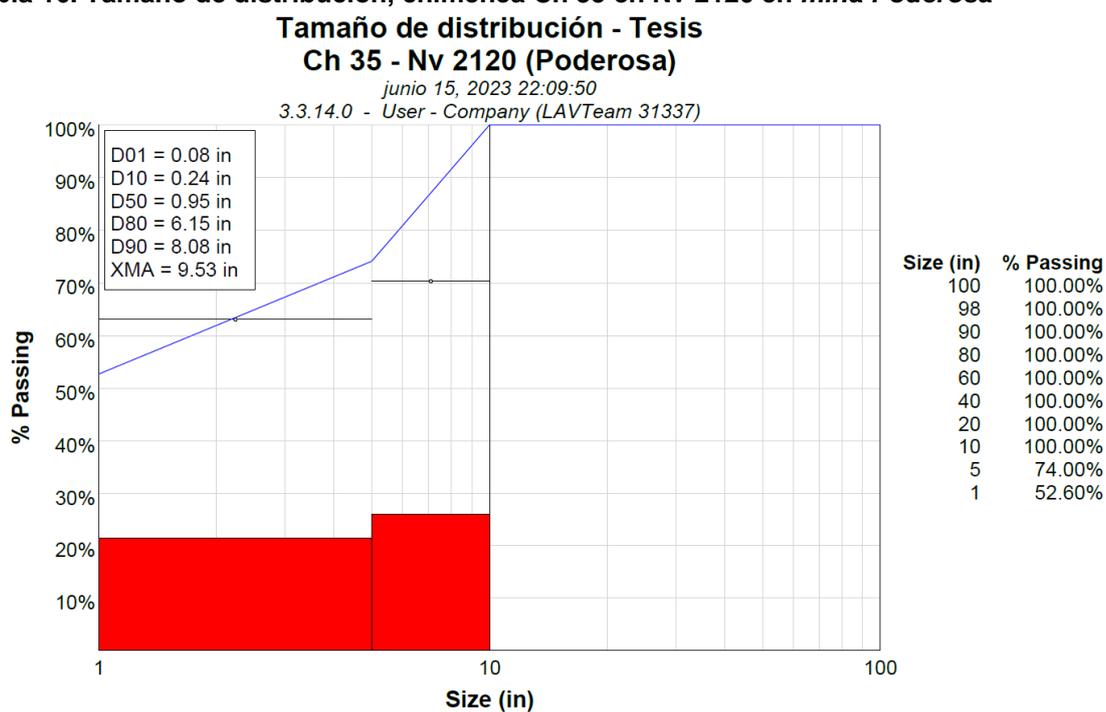
Fuente: propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa un tamaño mínimo de 0.08 pulgadas y un máximo de 9.53 pulgadas de mineral post voladura, considerando un P80 de 6.15 pulgadas. Uno de los mayores efectos en el análisis granulométrico en resultados de voladura en minas de oro (como es el presente caso) es controlar los finos asociados, el cual en este caso representa el 52.60% del total de material < a 1 pulgada y el 74% de material fragmentado es < a 5 pulgadas.

El análisis de la granulometría en el presente estudio permitió conocer el comportamiento de la granulometría en galerías para luego ser relacionada con labores de preparación tipo chimeneas Ch 35 nivel Nv 2120.

La presencia del incremento de finos en la galería está directamente relacionado a los kg de explosivos utilizados y los número de taladros cargados, en función al diseño de malla de perforación siendo estas en la chimenea Ch 35 fué de 50.83 kg/disparo y de 41 taladros cargados.

Tabla 16. Tamaño de distribución, chimenea Ch 35 en Nv 2120 en mina Poderosa



Fuente: propia

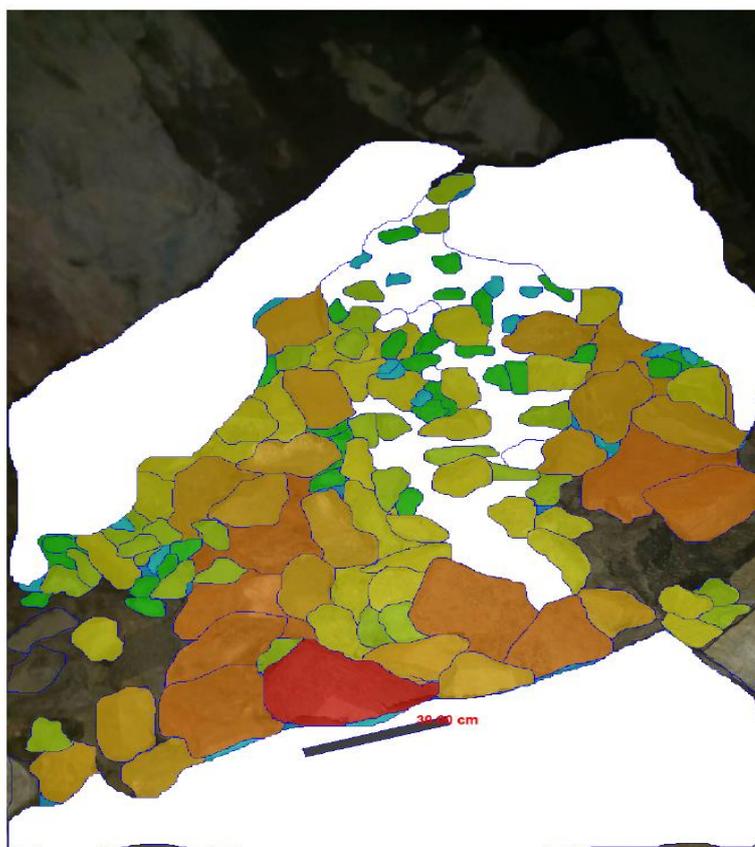


Figura 31. Análisis de la granulometría Ch 35, mediante software Wipfrag 3.3

Fuente: propia

c) Análisis de granulometría en chimenea Ch 36 – Nv 2120



Figura 32. Post voladura en Ch 36 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia

Tabla 17. Grado de fragmentación, Ch 36 en Nv 2120 en mina Poderosa

GRADO DE FRAGMENTACIÓN		
CHIMENEA 36 - Nv 2120		
ITEM	UNIDAD	CH 36 - Nv 2120
HISTOGRAMA		
Tamaño Mínimo	Pulg	0.11
Tamaño Máximo	Pulg	15.20
N° de Blocks Analizados		166
CURVA ACUMULATIVA		
El 10% pasa por una malla	Pulg	0.28
El 50% pasa por una malla	Pulg	1.27
El 90% pasa por una malla	Pulg	10.52
El P80	Pulg	7.59
TABLA PORCENTUAL		
		100% < a 20"
		90% < a 10"
		48.54% < a 1"

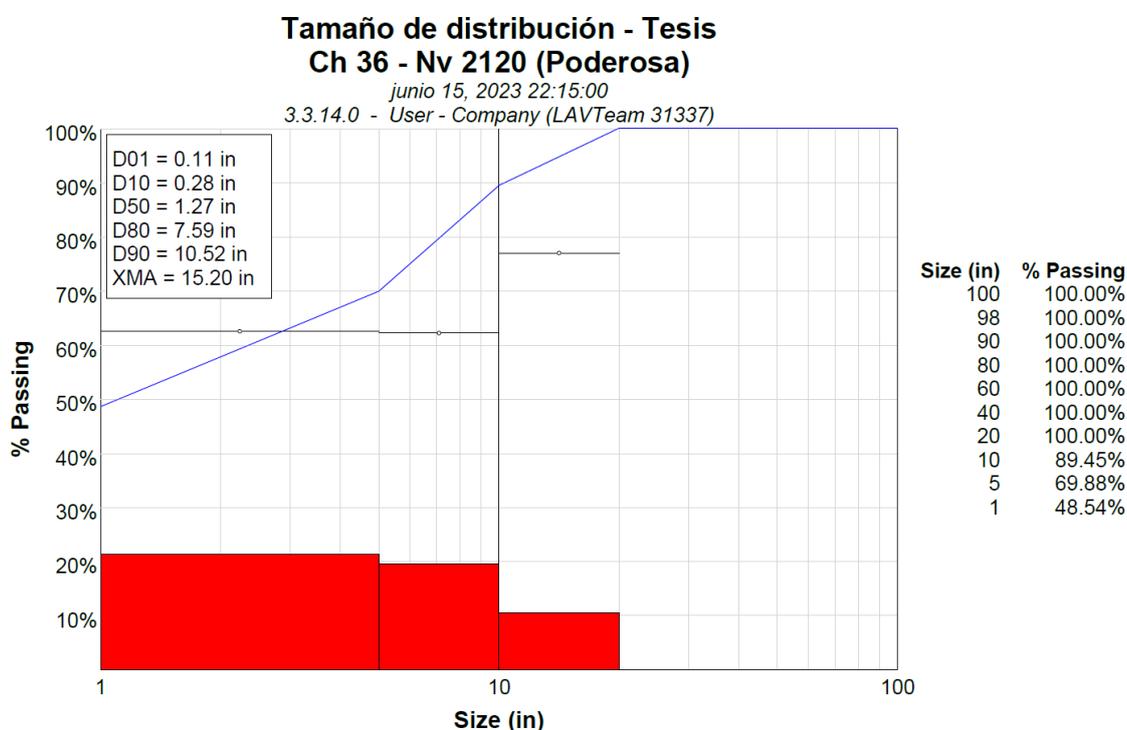
Fuente: propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa un tamaño mínimo de 0.11 pulgadas y un máximo de 15.20 pulgadas de mineral post voladura, considerando un P80 de 7.59 pulgadas. Uno de los mayores efectos en el análisis granulométrico en resultados de voladura en minas de oro (como es el presente caso) es controlar los finos asociados, el cual en este caso representa el 48.54% del total de material < a 1 pulgada y el 90% de material fragmentado es < a 10 pulgadas.

El análisis de la granulometría en el presente estudio permitió conocer el comportamiento de la granulometría en chimeneas para luego ser relacionada con labores de preparación tipo chimeneas Ch 36 en el nivel Nv 2120.

La presencia del incremento de finos en la chimenea 36 está directamente relacionado a los kg de explosivos utilizados y los número de taladros cargados, en función al diseño de malla de perforación siendo estas en la chimenea de 45.22 kg/disparo y de 40 taladros cargados.

Tabla 18. Tamaño de distribución, chimenea Ch 36 en Nv 2120 en mina Poderosa



Fuente: propia

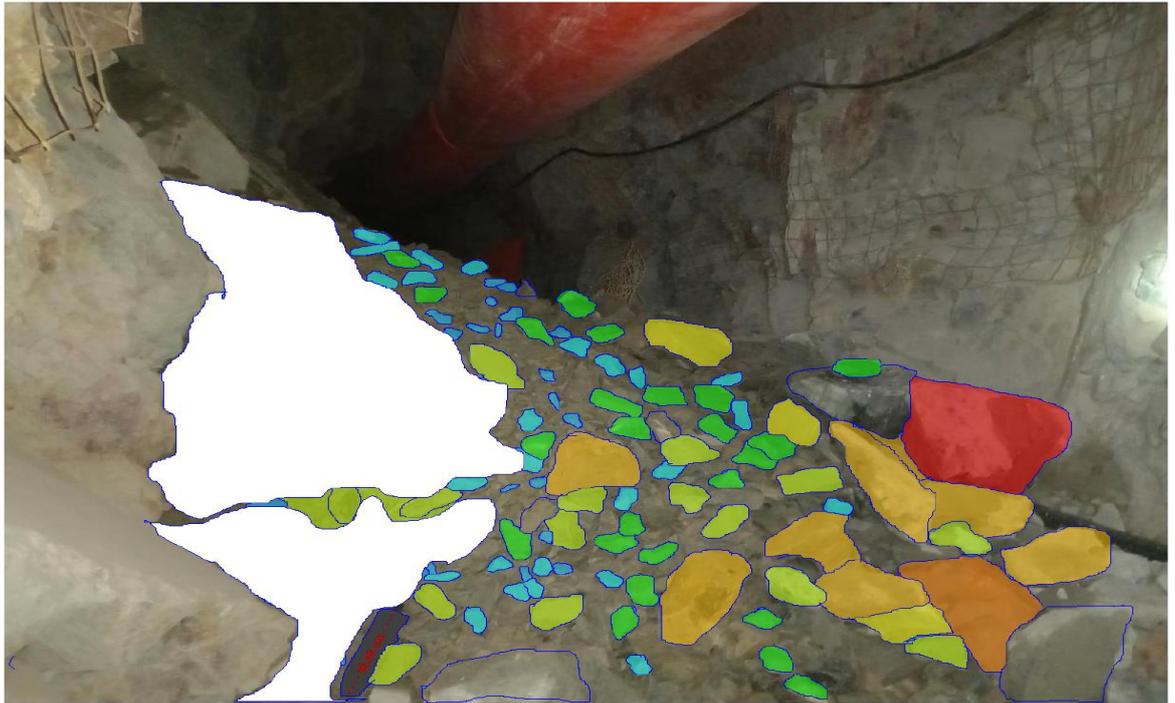


Figura 33. Análisis de la granulometría Ch 36, mediante software Wipfrag 3.3
Fuente: propia

d) Análisis de granulometría en chimenea Ch 38 – Nv 2120



Figura 34. Post voladura en Ch 38 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia

Tabla 19. Grado de fragmentación, Ch 38 en Nv 2120 en *mina Poderosa*

GRADO DE FRAGMENTACIÓN		
CHIMENEA 38 - Nv 2120		
ITEM	UNIDAD	CH 38 - Nv 2120
HISTOGRAMA		
Tamaño Mínimo	Pulg	0.23
Tamaño Máximo	Pulg	14.69
N° de Blocks Analizados		325
CURVA ACUMULATIVA		
El 10% pasa por una malla	Pulg	1.36
El 50% pasa por una malla	Pulg	4.22
El 90% pasa por una malla	Pulg	15.38
El P80	Pulg	10.75
TABLA PORCENTUAL		
		100% < a 20"
		78.37% < a 10"
		4.95% < a 1"

Fuente: propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Ch 38, se observa un tamaño mínimo de 0.23 pulgadas y un máximo de 14.69 pulgadas de mineral post voladura, considerando un P80 de 10.75 pulgadas. Uno de los mayores efectos en el análisis granulométrico en resultados de voladura en minas de oro (como es el presente caso) es controlar los finos asociados, el cual en este caso representa el 4.95% del total de material < a 1 pulgada y el 78.37% de material fragmentado es < a 10 pulgadas.

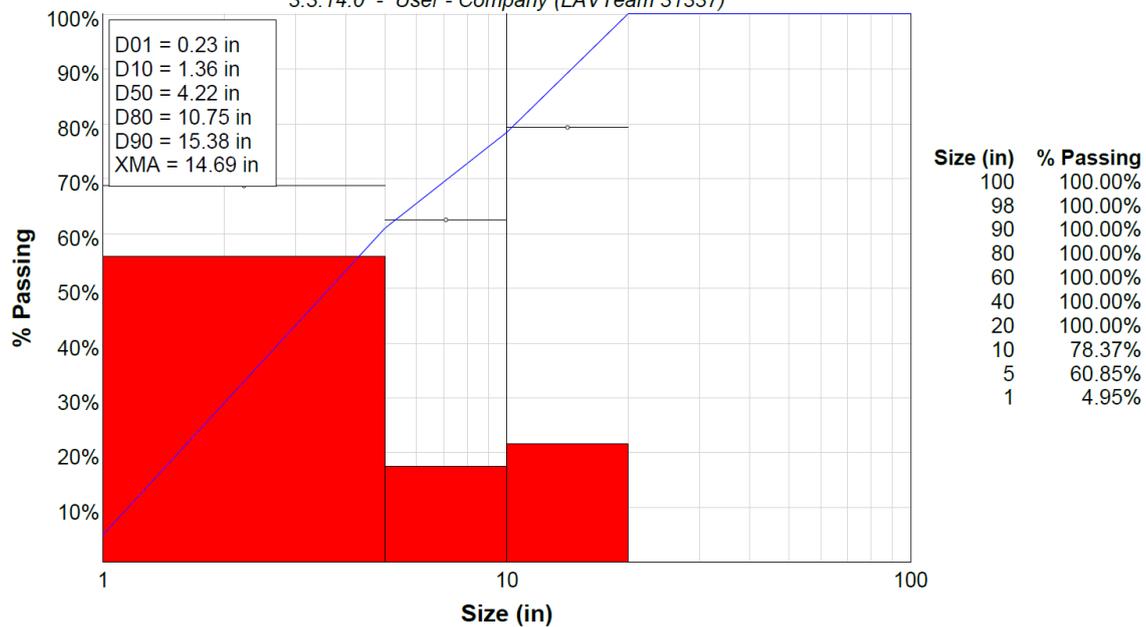
El análisis de la granulometría en el presente estudio permitió conocer la mejora en el comportamiento de la granulometría en la Ch 38 para luego ser relacionada con labores de preparación tipo chimeneas Ch 35 y Ch 36 en el nivel Nv 2120.

La presencia del incremento de finos en la chimenea 38 está directamente relacionado a los kg de explosivos utilizados y los número de taladros cargados, en función al diseño de malla de perforación siendo estas en la chimenea 38 de 50.05 kg/disparo y de 41 taladros cargados.

Tabla 20. Tamaño de distribución, chimenea Ch 38 en Nv 2120 en mina Poderosa
Ch 38 - Nv 2120 (Poderosa)

junio 15, 2023 22:18:45

3.3.14.0 - User - Company (LAVTeam 31337)



Fuente: propia

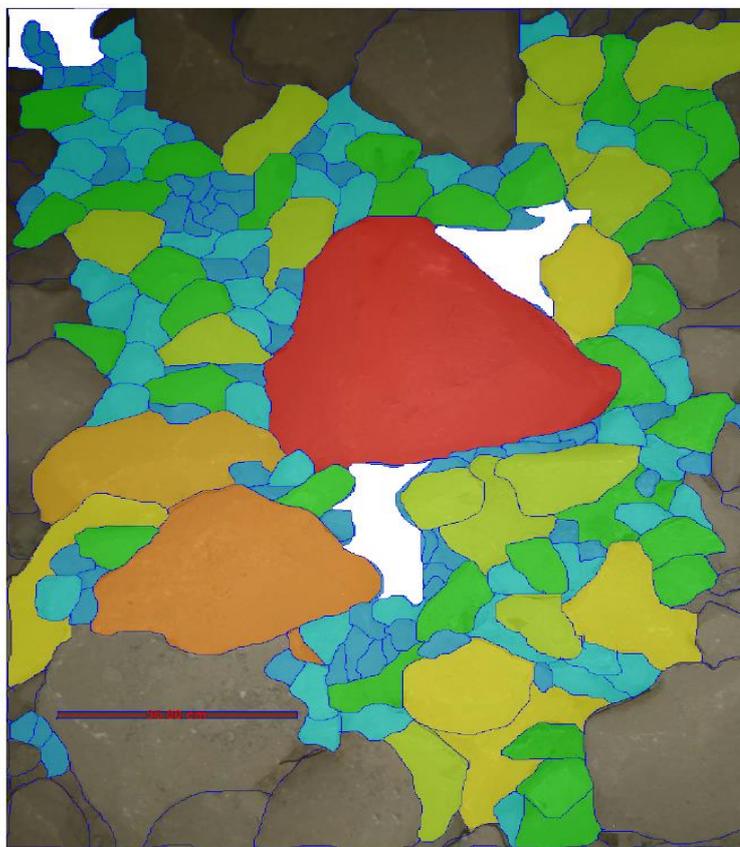


Figura 35. Análisis de la granulometría Ch 38, mediante software Wipfrag 3.3

Fuente: propia

e) Análisis de granulometría en chimenea Ch 38 mejorado – Nv 2120



Figura 36. Post voladura en Ch 38 mejorado – Nv 2120, U. Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia

Tabla 21. Grado de fragmentación, Ch 38 mejorado en Nv 2120 en mina Poderosa

GRADO DE FRAGMENTACIÓN - MEJORADO		
CHIMENEA 38 - Nv 2120		
ITEM	UNIDAD	CH 38 - Nv 2120
HISTOGRAMA		
Tamaño Mínimo	Pulg	1.06
Tamaño Máximo	Pulg	13.27
N° de Blocks Analizados		436
CURVA ACUMULATIVA		
El 10% pasa por una malla	Pulg	1.79
El 50% pasa por una malla	Pulg	5.00
El 90% pasa por una malla	Pulg	9.51
EI P80	Pulg	8.39
TABLA PORCENTUAL		
		100% < a 20"
		94.30% < a 10"
		0.20% < a 1"

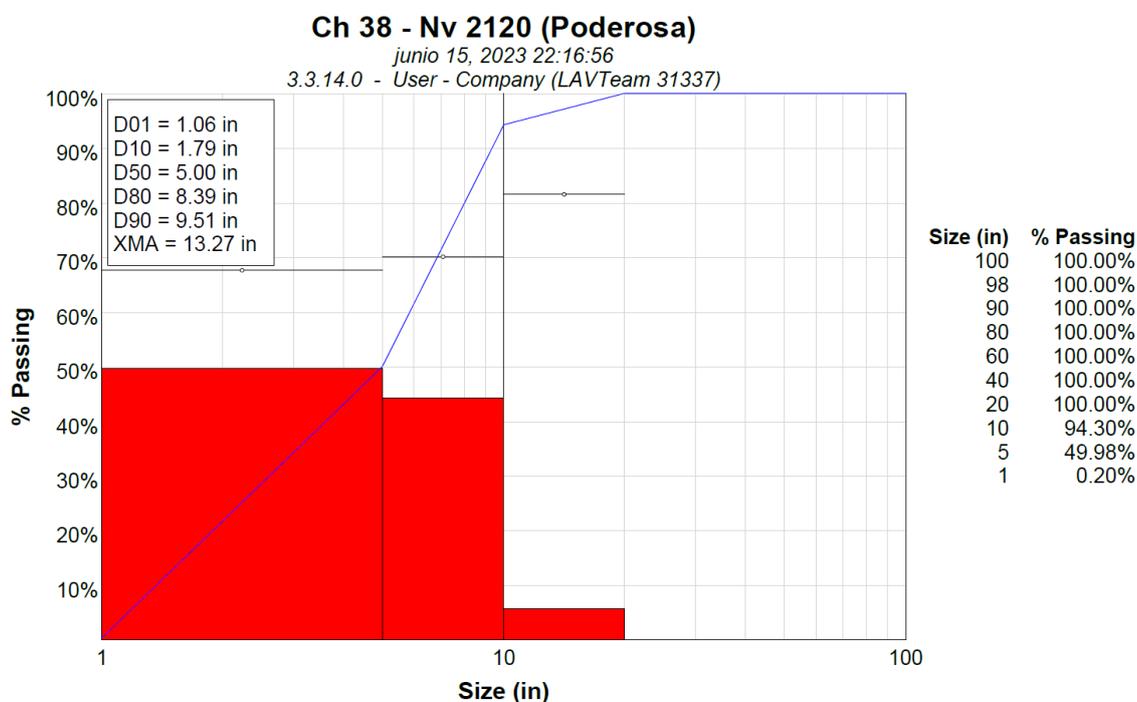
Fuente: propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Ch 38 mejorado, se observa un tamaño mínimo de 1.06 pulgadas y un máximo de 13.27 pulgadas de mineral post voladura, considerando un P80 de 8.39 pulgadas. Uno de los mayores efectos en el análisis granulométrico en resultados de voladura en minas de oro (como es el presente caso) es controlar los finos asociados, el cual en este caso representa el 0.20% del total de material < a 1 pulgada y el 94.30% de material fragmentado es < a 10 pulgadas.

El análisis de la granulometría en el presente estudio permitió conocer la mejora en el comportamiento de la granulometría en la Ch 38 mejorado para luego ser relacionada con labores de preparación tipo chimeneas Ch 35 y Ch 36 en el nivel Nv 2120.

La presencia de la disminución en los finos en la chimenea 38 mejorado está directamente relacionado a los kg de explosivos utilizados y los número de taladros cargados, en función al diseño de malla de perforación siendo estas en la chimenea 38 mejorado de 50.05 kg/disparo y de 41 taladros cargados.

Tabla 22. Tamaño de distribución, chimenea Ch 38 mejorado en Nv 2120 en mina Poderosa



Fuente: propia

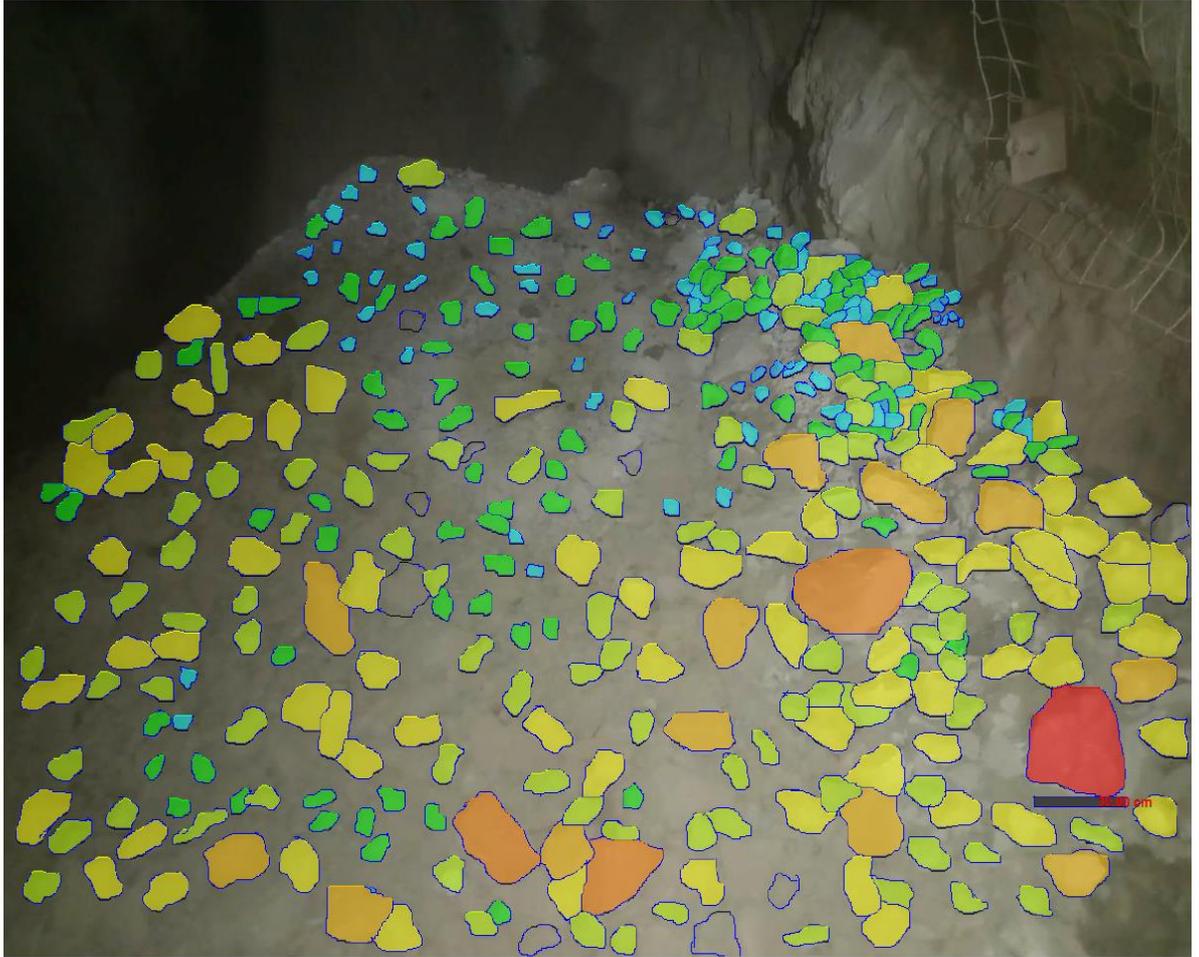


Figura 37. Análisis de la granulometría Ch 38 mejorado, mediante software Wipfrag 3.3
Fuente: propia

De acuerdo al análisis granulométrico en las diferentes labores de desarrollo y preparación, se considera una disminución de finos (< 1 pulgada) siendo los resultados de la voladura en: la Ch 35 con el 52.60% de finos, la Ch 36 con el 48.54% de finos, la Ch 38 con el 4.95% de finos en la Ch 38 mejorado con el 0.20% de finos.

Esta mejora de finos está relacionada directamente al avance efectivo, siendo estos en: la Ch 35 con 1.94 m, en la Ch 36 con 1.97 m y en la Ch 38 con 2.03 m.

4.3 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA Y AVANCE – CHIMENEAS

Uno de los objetivos del presente estudio es optimizar el avance de la chimenea Ch 38, en el Nv 2120, para lo cual se realizó el estudio de la granulometría relacionado al control de los finos en las chimeneas de estudio.

Durante el estudio hubo una mejora en los finos disminuyendo de valores máximos de 52.60% a 0.20%, así como el P80 de 6.15 a 10.75 pulgadas y un avance efectivo de 1.94 a 2.03 metros.

Los parámetros de perforación y voladura, considera desde 331.24 a 338.96 pies perforados, con un consumo de explosivos de 45.22 a 50.83 kg/disparo y factores de potencia de 1.98 a 2.22 kg/ton

Tabla 23. Relación de granulometría y avance en chimeneas, Nv 2120.

RELACIÓN DE GRANULOMETRÍA Y AVANCE EN CHIMENEAS							
Chimeneas - Nv 2120							
MES	Granulometría Finos (<1") %	Granulometría P80 (pulg)	Pies Perforados	N° Taladros Cargados	Avance m	Consumo Explosivo kg	Factor potencia Kg/ton
Chimenea 35	52.60%	6.15	347.49	41.20	1.94	50.83	2.22
Chimenea 36	48.54%	7.59	331.24	39.71	1.97	45.22	1.98
Chimenea 38	4.95%	10.75	338.96	41.00	2.03	50.05	2.19
Chimenea 38 - Mejorado	0.20%	8.39	338.96	41.00	2.03	50.05	2.19
Promedio	26.57%	8.22	339.16	41	1.99	49.04	2.15

Fuente: propia

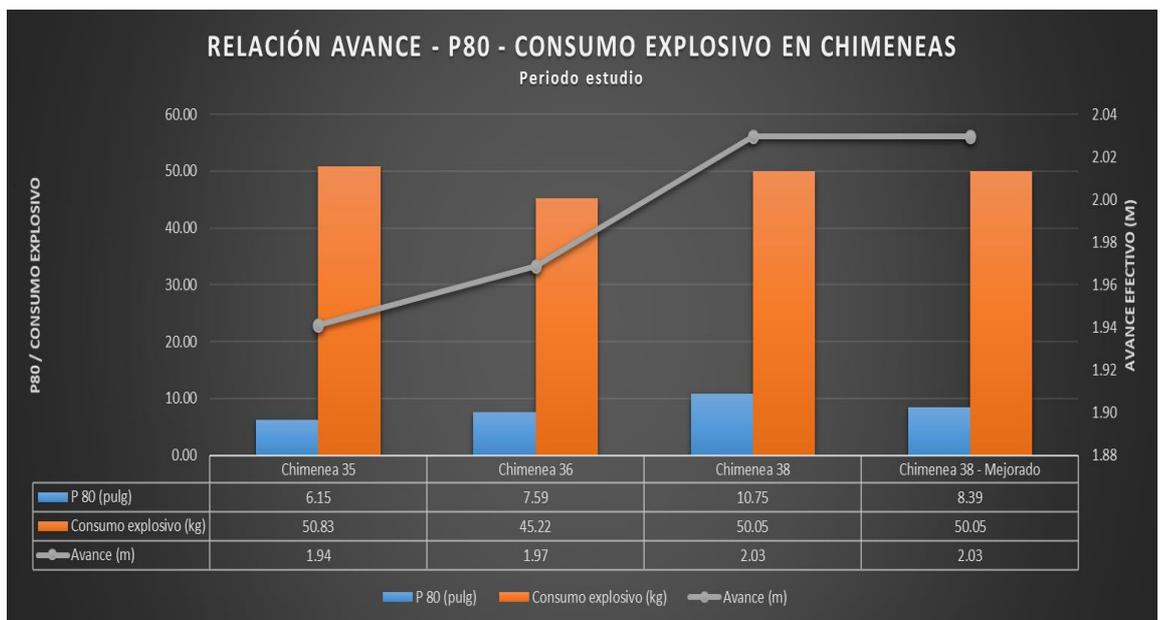


Figura 38. Relación avance, P80 y consumo de explosivo en chimeneas
Fuente: propia

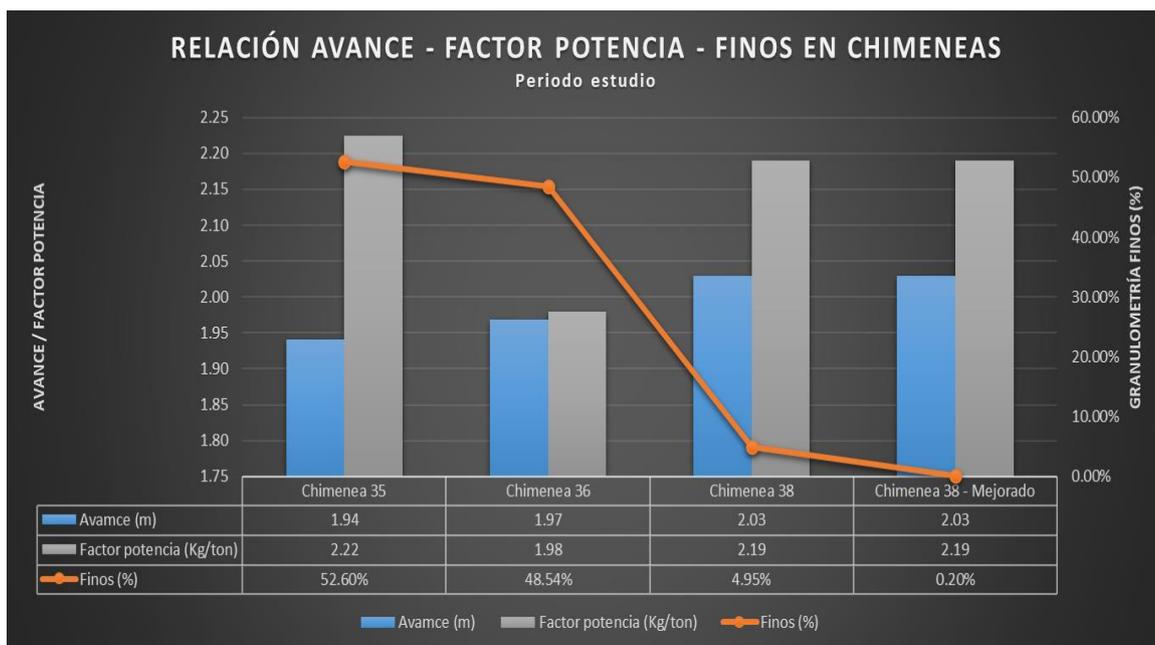


Figura 39. Relación avance, factor de potencia y finos en chimeneas
Fuente: propia

4.4 ANÁLISIS DE LIQUIDACIONES EN CHIMENEAS

Durante el periodo de estudio se analizó las diferentes liquidaciones de acuerdo al avance mensual y su relación con el grado de fragmentación (P80 y finos) asociados a cada chimenea de estudio y su mejora en las valorizaciones.

Se relacionó el avance total con el P80 y su liquidación asociada de las chimeneas en estudio, así mismo se comparó el avance total con los finos asociados y su liquidación respectiva.

Tabla 24. Resumen de liquidación en chimeneas, Nv 2120.

RESÚMEN LIQUIDACIÓN EN CHIMENEAS					
Evaluación de Chimeneas - Nv 2120					
MES	Granulometria Finos (<1") %	Granulometría P80 (pulg)	Avance Total m	Consumo Explosivo kg/disp	LIQUIDACIÓN US \$
Chimenea 35	52.60	6.15	48.53	50.83	45,284.85
Chimenea 36	48.54	7.59	47.25	45.22	44,090.44
Chimenea 38	4.95	10.75	50.74	50.05	47,347.07
Chimenea 38 - Mejorada	0.20	8.39	50.74	50.05	47,347.07
Promedio/mejora	26.57	8.22	49.32	49.04	3,256.63

Fuente: propia

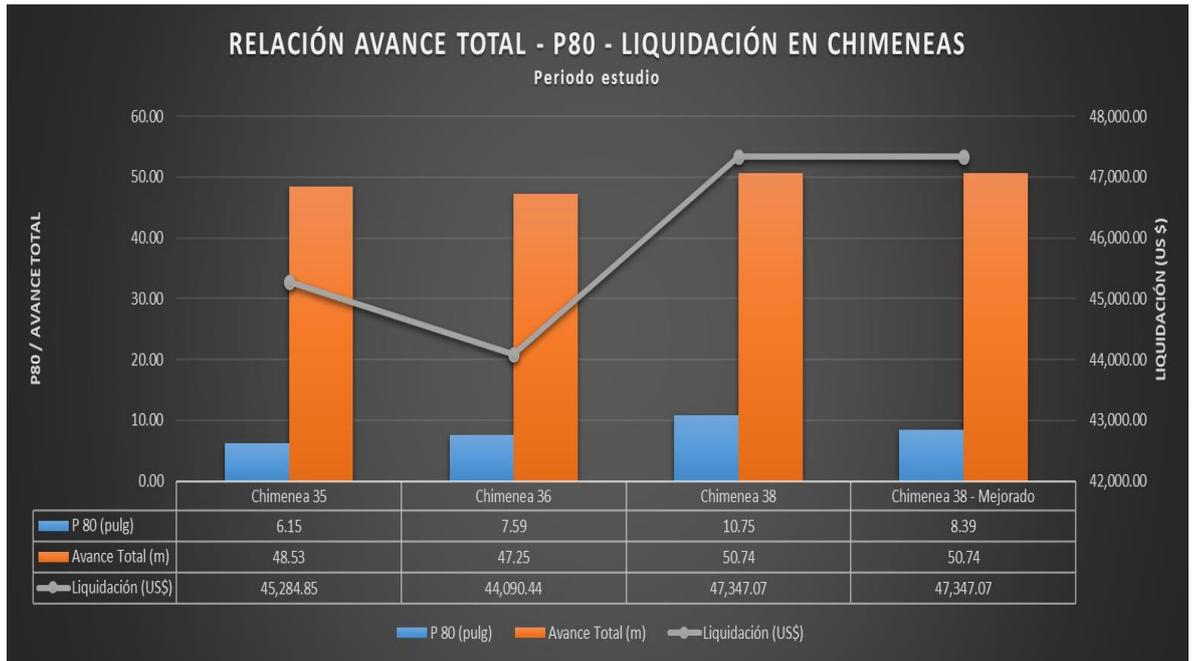


Figura 40. Relación avance total, P80 y liquidación en chimeneas, Nv 2120
Fuente: propia

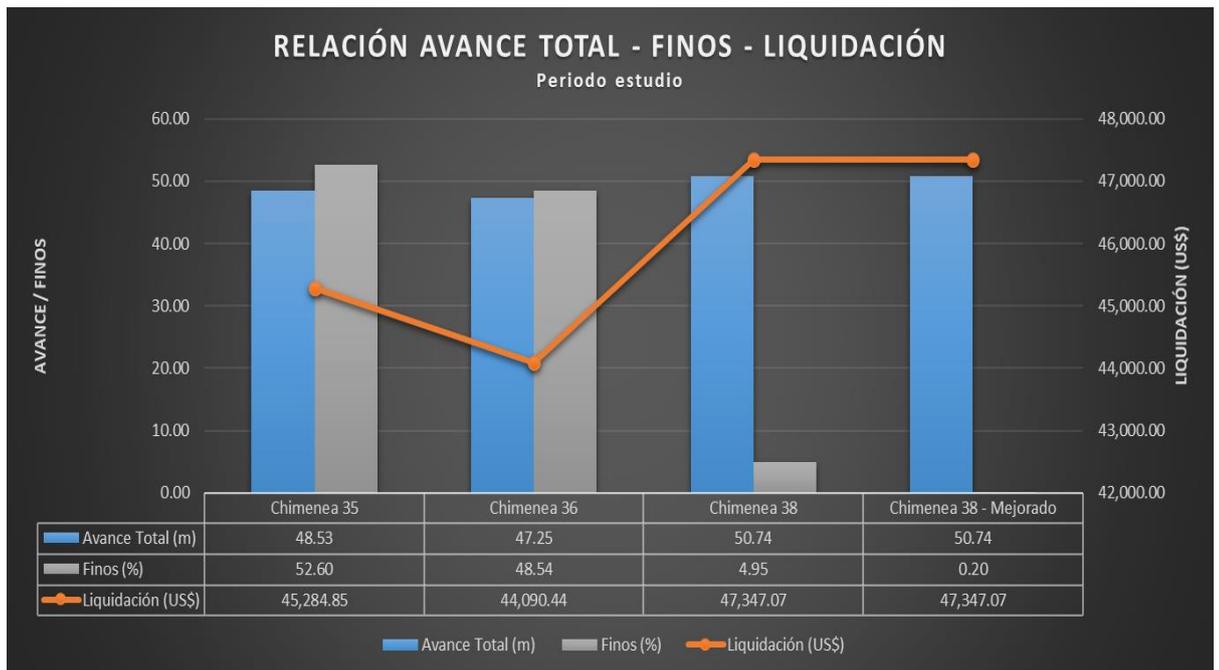


Figura 41. Relación avance total, P80 y liquidación en chimeneas, Nv 2120
Fuente: propia

El avance total en las chimeneas fue: Ch 35 de 48.53 metros, en la Ch 36 de 47.25 metros y en la Ch 38 con 50.74 metros, esto asociado al P80 de 6.15 pulgadas, 7.59 pulgadas y 10.75 (8.39) pulgadas respectivamente.

Así mismo el control de finos (< 1 pulgada) en las chimeneas en evaluación fueron de: Ch 35 con 52.60%, Ch 36 con 48.54% y Ch 38 con 4.95 % (0.20%), asumiendo liquidaciones de 45,284.85 US \$, 44,090.44 US \$ y de 47,347.07 US\$.

La disminución de finos generados en los diferentes disparos en la Chimenea Ch 38 permitieron un mejor control y mejora en el avance total, así como en una mejora en la liquidación para la empresa contratista.

4.5 VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los problemas planteados en el presente trabajo de investigación para la mejora en el avance de la chimenea Ch 38, se controló el grado de fragmentación disminuyendo los finos post voladura, asociado a un mejor control en los parámetros de perforación y voladura como: longitud efectiva de perforación, consumo de explosivo, factor de potencia, paralelismo de taladros, etc.

Tabla 25. Validación de la hipótesis en la chimenea Ch 38, Nv 2120.

VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS								
Análisis de Chimeneas - Nv 2120								
MES	Granulometría Finos (<1") %	Granulometría P80 (pulg)	Pies Perforados	N° Taladros Cargados	Avance Total m	Consumo Explosivo kg	Factor potencia Kg/ton	LIQUIDACIÓN US \$
Chimenea 35	52.60	6.15	347.49	41.20	48.53	50.83	2.22	45,284.85
Chimenea 36	48.54	7.59	331.24	39.71	47.25	45.22	1.98	44,090.44
Chimenea 38	4.95	10.75	338.96	41.00	50.74	50.05	2.19	47,347.07
Chimenea 38 - Mejorado	0.20	8.39	338.96	41.00	50.74	50.05	2.19	47,347.07
Promedio/mejora	43.59	8.22	339.16	41	49.32	49.04	2.15	3,256.63
	Mejora (%)				Mejora (m)			Mejora (US \$)
	43.59				3.49			3,256.63

Fuente: propia

De acuerdo al objetivo del control de la granulometría en chimeneas de 2 x 2 realizadas entre las chimeneas Ch 35 y Ch 36, para la mejora en el avance de la chimenea Ch 38. Permitió la reducción de los finos post voladura reduciendo de 52.60% a 4.95% con una mejora en el control de la voladura en 43.59% de finos. Esta mejora permitió un mejor control del tonelaje asociado y una menor dilución y su consecuente pérdida de mineral en operaciones asociadas a minería de oro.

Así mismo este mejor control de la granulometría está asociado directamente a una mejora en el avance efectivo de las chimeneas 35 y 36 con un avance mínimo de 47.25 metros a un mayor avance en la Ch 38 con de 50.74 metros generando una mejora en el avance del estudio de 3.49 metros.

De otro lado la relación consumo de explosivo no tuvo mucha variación entre la Ch 35 y Ch 38 siendo de 50.83 y 50.05 kg/disparo respectivamente, a diferencia de la Ch 36 con 45.22 kg/disparo, los cuales si se ven en el comportamiento de los finos generados siendo mucho menor en la Ch 38 en 4.95%, mejorando la liquidación en dicho escenario.

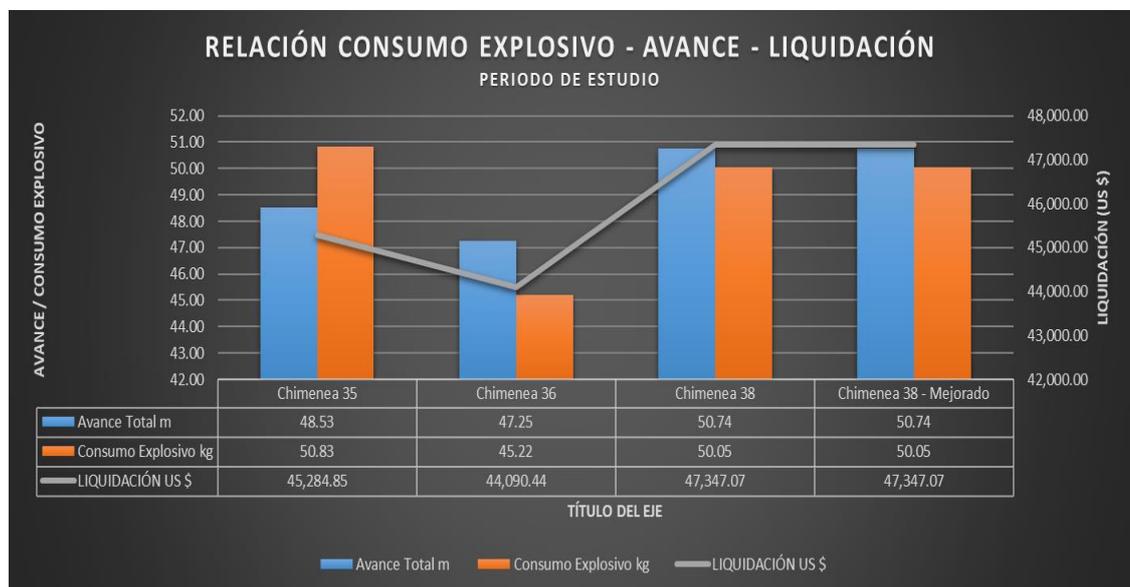


Figura 42. Relación consumo explosivo, avance y liquidación en chimeneas, Nv 2120
Fuente: propia

Finalmente, este mejor control en los finos asociados post voladura y un mejor avance efectivo permitió el incremento de liquidaciones en las chimeneas analizadas, siendo estas de un mínimo de 44,090.44 US\$ a una mejora en la liquidación en el desarrollo de la chimenea Ch 38 con 47,347.07 US\$, generando un incremento de 3,256.63 US \$.

CONCLUSIONES

1. Se analizó las diferentes variables operacionales de perforación y voladura considerando llas labores de desarrollo y preparación como galería, chimeneas: Ch

35, Ch 36 y Ch 38, asociados al nivel Nv 2120 en la unidad Santa María, de la Compañía Minera Poderosa.

2. La galería desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.7 x 2.7 m, con longitudes de perforación de 6 y 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 46 y con taladros cargados de 42. El total de consumo de explosivo fue de 36.89 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.54 m. El tonelaje promedio con 6' es de 31.23 ton/disparo y de 8' es de 41.64 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.13 kg/ton.
3. La chimenea Ch 35 desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.0 x 2.0 m, con longitudes de perforación de 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El total de consumo de explosivo fue de 50.83 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.94 m. El tonelaje promedio es de 22.85 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 2.22 kg/ton.
4. La chimenea Ch 36 desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.0 x 2.0 m, con longitudes de perforación de 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 43 y con un promedio de taladros cargados de 40. El total de consumo de explosivo fue de 45.22 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.97 m. El tonelaje promedio es de 22.85 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.98 kg/ton.
5. La chimenea Ch 38 desarrollada en el Nv 2120 considera una sección de 2.0 x 2.0 m, con longitudes de perforación de 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El total de consumo de explosivo fue de 50.05 kg/disparo, considera un avance promedio de 2.03 m. El tonelaje promedio es de 22.85 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 2.19 kg/ton.
6. Las labores de desarrollo y preparación analizadas (galería y chimeneas) en el Nv 2120, tiene un promedio de longitud de perforación de 6 y 8 pies, con un promedio de número de taladros perforados de 45 y con un promedio de taladros cargados de 41. El promedio de consumo de explosivo fue de 45.75 kg/disparo, considera un avance promedio de 1.87 m. El tonelaje promedio es de 22.85 a 31.23 ton/disparo, con un factor de potencia promedio de 1.88 kg/ton. El estudio desarrollado durante el periodo de octubre a diciembre del 2022, se comparó con los resultados obtenidos en las chimeneas 35 y 36, con la chimenea 38, obteniéndose una mejora en el avance

efectivo de 1.97 m en las chimeneas Ch 35 y Ch 36, mejorando a 2.03 metros en la chimenea Ch 38, producto del control de finos post voladura.

7. Para el periodo de estudio de setiembre a diciembre se realizó el análisis del grado de fragmentación post voladura en las labores de desarrollo y preparación (galería, Ch 35, Ch 36 y Ch 38) en el nivel Nv 2120, para la mejora en el avance efectivo de la Ch 38.
8. De acuerdo al objetivo del control de la granulometría en chimeneas de 2 x 2 realizadas entre las chimeneas Ch 35 y Ch 36, para la mejora en el avance de la chimenea Ch 38. El control de finos (< 1 pulgada) en las chimeneas en evaluación fueron de: Ch 35 con 52.60%, Ch 36 con 48.54% y Ch 38 con 4.95 % (0.20%). Esta mejora permitió un mejor control del tonelaje asociado y una menor dilución y su consecuente pérdida de mineral en operaciones asociadas a minería de oro.
9. Finalmente, el mejor control en los finos asociados post voladura de 52.60% a 4.95% (disminución en 43.59% de finos), un mejor avance efectivo de 47.25 metros a 50.74 metros (incremento en 3.49 metros de avance), permitió el incremento de liquidaciones en las chimeneas analizadas, siendo estas de un mínimo de 44,090.44 US\$ a una mejora en la liquidación en el desarrollo de la chimenea Ch 38 con 47,347.07 US\$, generando un incremento de 3,256.63 US \$.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con los estudios de granulometría relacionando a los diferentes frentes de producción para un mejor control de finos, buscando la mejor rentabilidad operacional en la Unidad Santa María.
2. Se recomienda generar modelos geometalúrgicos en las diferentes estructuras mineralizadas para un mejor diseño de malla de perforación y voladura y así controlar el grado de fragmentación del P80 y finos asociados para una mejora del valor de mineral.
3. Se recomienda relacionar el grado de fragmentación post voladura con el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, para controlar y mejorar el rendimiento de los equipos.
4. Así mismo, es importante relacionar el control del grado de fragmentación post voladura en los diferentes tajos de producción con el proceso de conminución, para el control del consumo de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. JORQUERA VILLAROEL, Miguel. "MÉTODO DE EXPLOTACIÓN BENCH & FILL Y SU APLICACIÓN EN MINERA MICHILLA", tesis de pre grado. Universidad de Chile, Santiago, 2015.
2. CARRASCO ESPINOZA, Sebastián. "METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA POST-PILLAR CUT & FILL", tesis de pre grado. Universidad de Chile, Santiago, 2012.
3. TORRES NAJERA, Henry. "APLICACIÓN DEL MÉTODO BENCH AND FILL PARA OPTIMIZAR LAS OPERACIONES MINERAS ZONA SOCORRO BAJO - UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA", tesis de pre grado. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, 2012.
4. MORENO GASPAR, Erika y otros. "APLICACIÓN DEL MÉTODO CUT & FILL CON CIRCADO Y SU INFLUENCIA EN EL CONTROL DE LA DILUCIÓN EN EL NIVEL 4455 EN COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S. A., ANCASH – 2021", tesis de pre grado, Universidad Continental, Huancayo, 2021.
5. ANDÍA GRANDA, Franco. "DISEÑO DE CHIMENEAS GEMELAS PARA MEJORAR LA VENTILACION EN LOS NIVELES 1790 – 2050 VETA PAULA CÍA MINERA YANAQUIHUA", tesis de pre grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, 2019.
6. MONTALI – Unidad Santa María, Minera Poderosa. "Reportes operacionales", Trujillo, 2022.

ANEXOS

ANEXO A
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Análisis de la
granulometría
post voladura.

Fuente: elaboración propia

ANEXO B

PLANOS EN PLANTA Y PERFIL

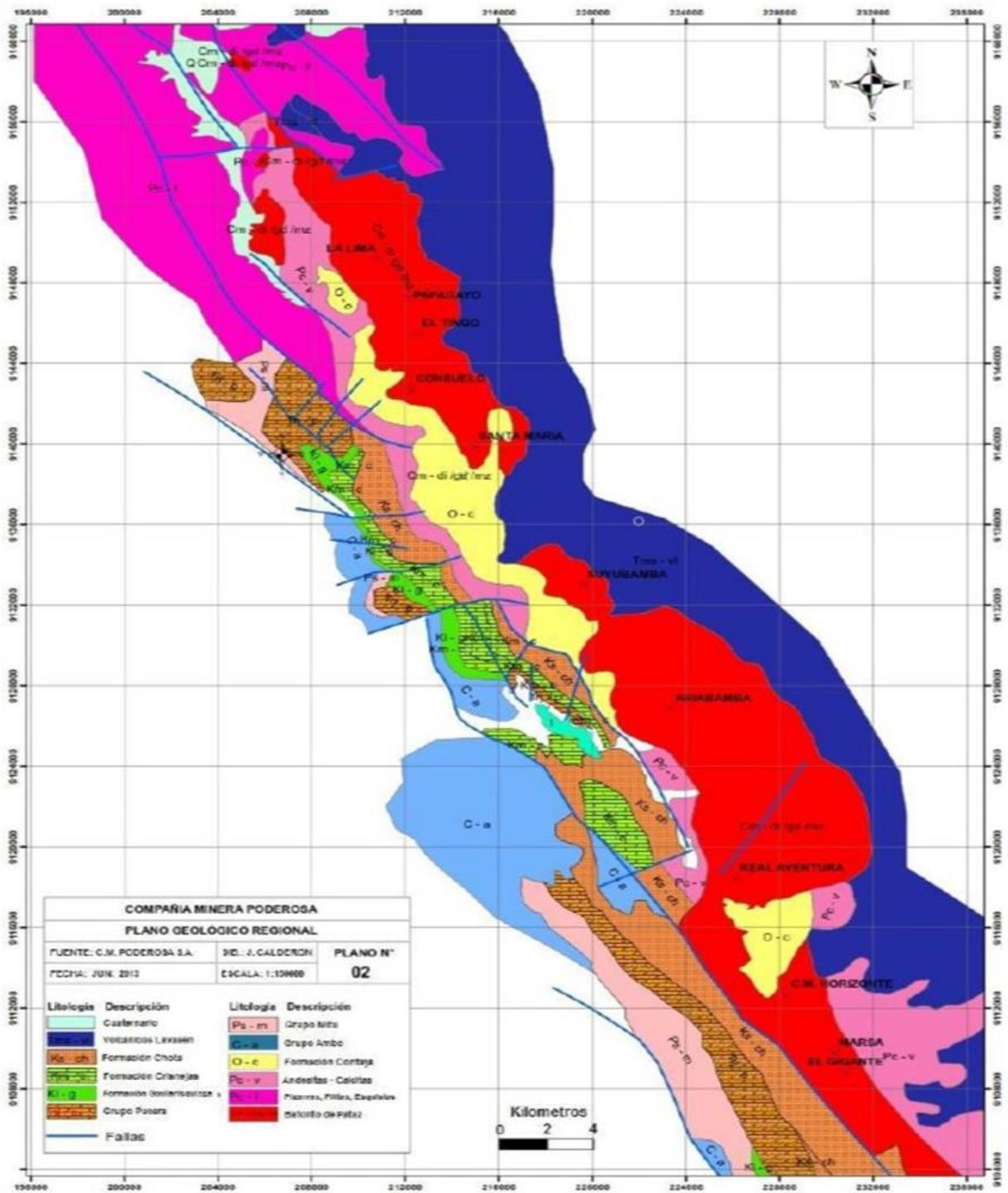


Figura 2. Geológico regional de la Mina Poderosa
Fuente: área de geología

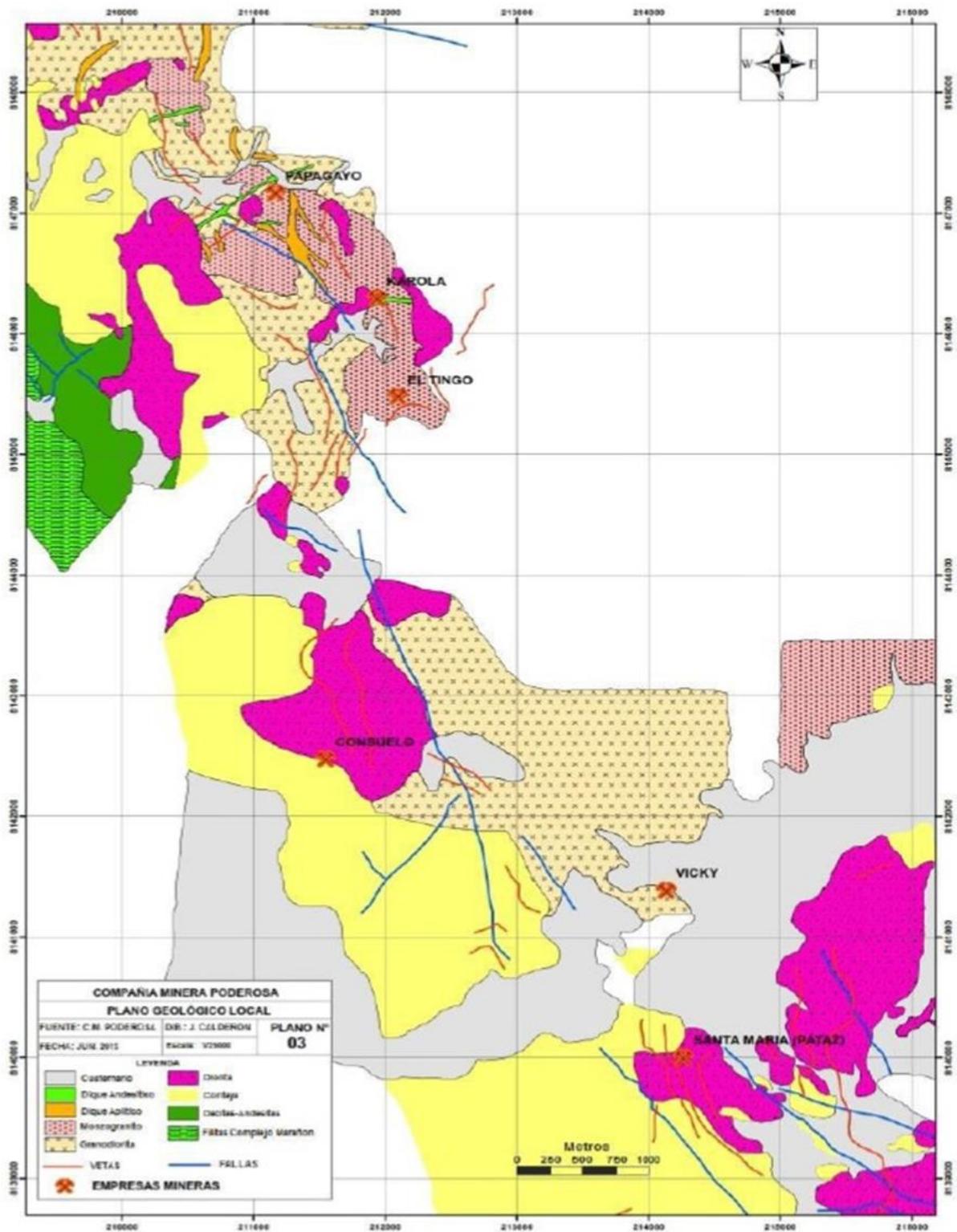
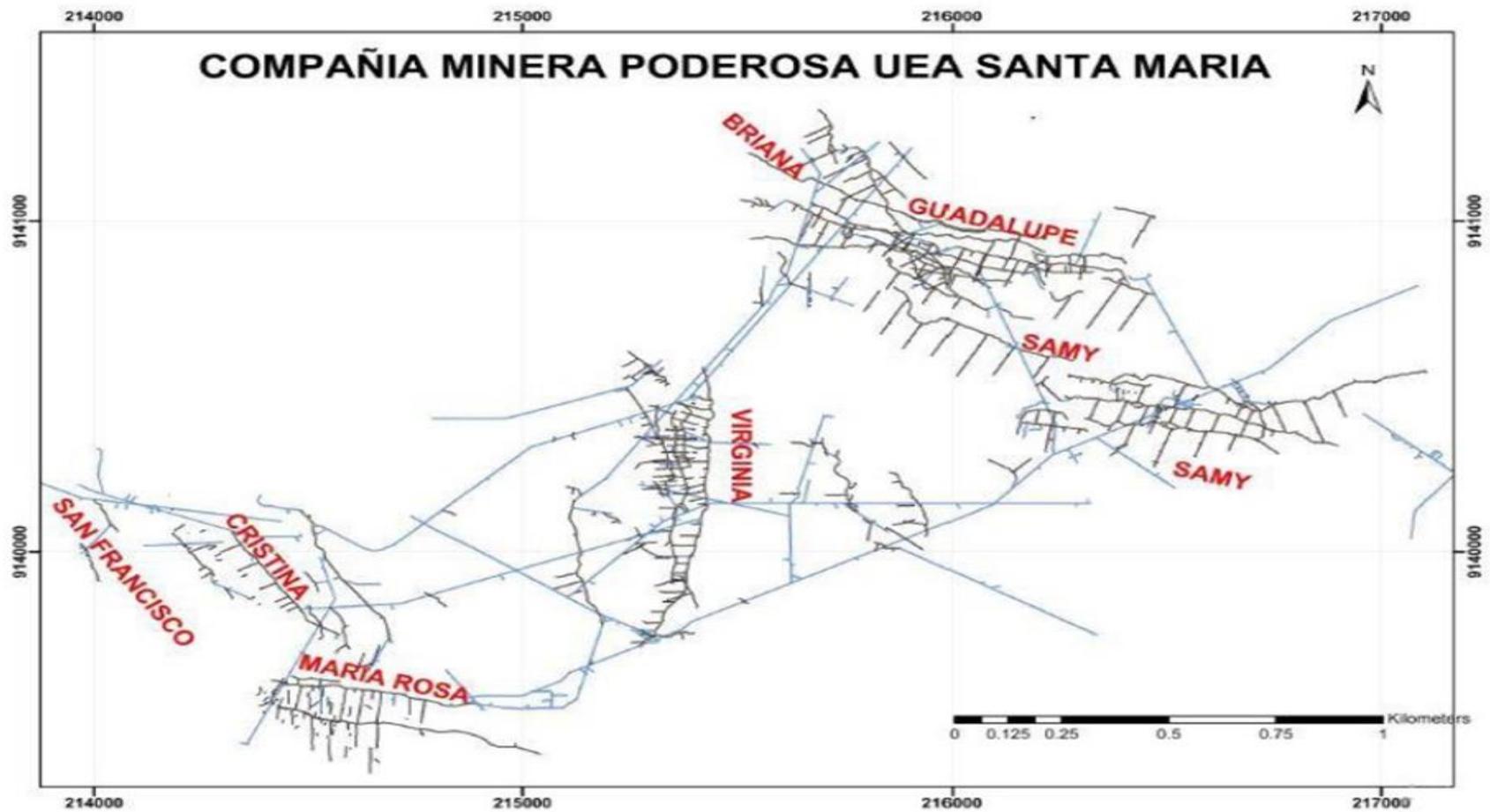


Figura 3. Geología local de la Mina Poderosa
 Fuente: área de geología



*Figura 5. Estructuras mineralizadas UP Santa María, Mina Poderosa
Fuente: departamento de geología*

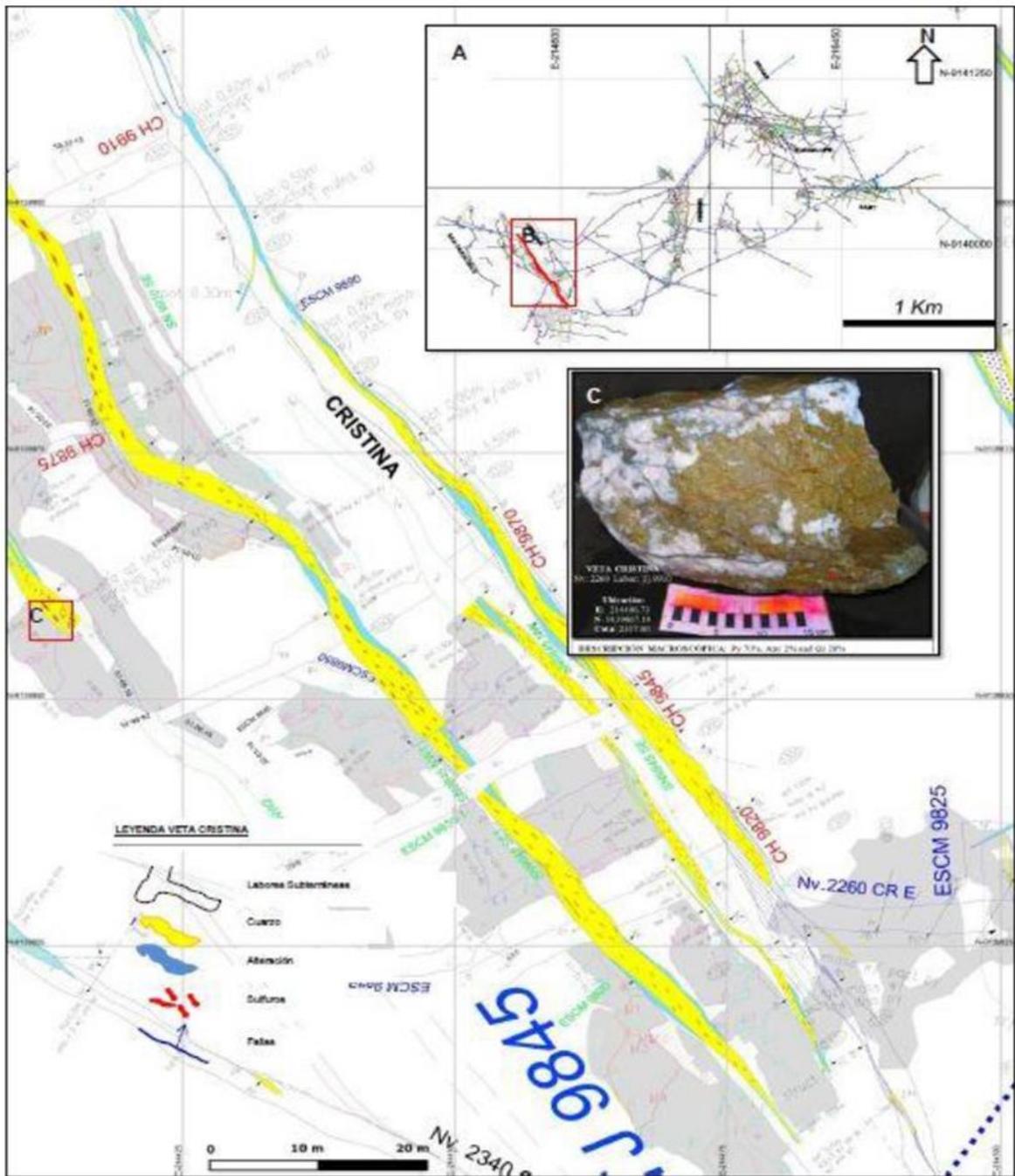
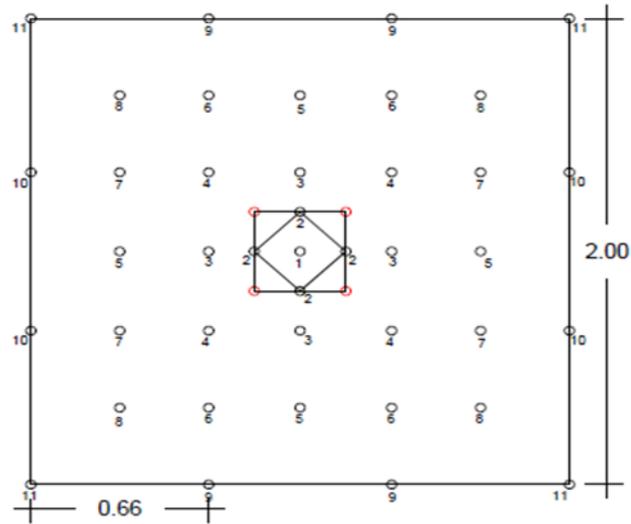


Figura 6. Veta Cristina nivel Nv 2260, UP Santa María, mina Poderosa
Fuente: departamento de geología

**MALLA DE PERFORACION CHIMENEA ALIMAK
SECCION 2X2**

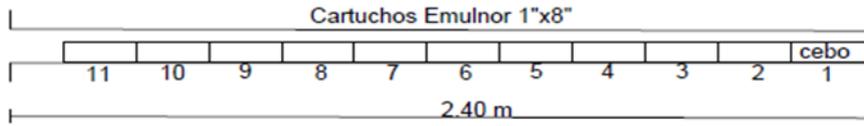


Taladros de alivio: 4
 Taladros cargados: 41
 Taladros perforados: 45
 Diametros de perforación: 36 mm
 Longitud de perforación: 2.48 m
 Cartuchos por taladro: 10 unidades

Taladros cargados emulnor 1"x8"

emulnor 3000	emulnor 5000
228 unid.	216 unid.

Nº de fanel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Cantidad	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	41



Emulnor	Material Caja	Capacidad Caja	Peso Neto (kg)	Peso Bruto (kg)	Dimensiones Exteriores (cm)
Emulnor 3000 (1"x8")	Cartón	228 unid.	25	26,5000	45x37x33.7
Emulnor 5000 (1"x8")	Cartón	216 unid.	25	26,5000	45x37x33.7

Figura 12. Parámetros de perforación y voladura en chimeneas de 2x2.
 Fuente: departamento de planeamiento

ANEXO C
FOTOS



Figura 17. Chimenea 38 – nivel Nv 2120, unidad Santa María
Fuente: propia



**Figura 18. Galería – Nv 2120, unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia**



**Figura 32. Post voladura en Ch 36 – Nv 2120, Unidad Santa María, mina Poderosa.
Fuente: propia**

