

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIOÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

Aplicación del sistema Raise Boring para mejorar los resultados de la ejecución de chimeneas en la Mina Alpayana S.A.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Miguel Marcelo RIVERA CASTILLO

Asesor:

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO

Cerro de Pasco – Perú – 2025

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



T E S I S

**Aplicación del sistema Raise Boring para mejorar los resultados de la
ejecución de chimeneas en la Mina Alpayana S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA
PRESIDENTE

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO

Mg. David Odon SOSA POMA
MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN



Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

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

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 035-2025

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

Presentado por:

Bach. Miguel Marcelo RIVERA CASTILLO

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo

"Aplicación del Sistema Raise Boring para Mejorar los Resultados de la Ejecución de Chimeneas en la Mina Alpayana S.A."

Asesor:
Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO

Índice de Similitud: **23 %**

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 5 de diciembre de 2025.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

Al creador del universo,
que me guía y me acompaña
constantemente; a mis queridos
padres, quienes son el soporte en el
desarrollo de mi carrera profesional
y son el motivo del fortalecimiento
de mi vida. .

AGRADECIMIENTO

A los representantes de la minera Alpayana, de una manera especial al ingeniero Ángel Orihuela quien, mediante su reconocida experiencia, me facilito su apoyo y motivación para consolidar los conocimientos en el proceso del mundo minero. Finalmente, a mis docentes de la Facultad de Minas y mis colegas por el apoyo en el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

La minera, operativa desde 1960, requiere la aceleración crítica en la ejecución de chimeneas de más de 100 metros para profundización, destinadas a echaderos, ventilación y servicios. El objetivo de esta investigación fue evaluar la factibilidad operativa del sistema de perforación Raise Boring (RB), analizando su técnica, rendimiento y costos en la minera Alpayana. La metodología se centró en el estudio de caso de la chimenea RB CH660N, controlando sus parámetros operativos y realizando un posterior análisis comparativo técnico-económico con el sistema convencional Alimak. Los resultados obtenidos demostraron la eficiencia del sistema Raise Boring. La comparación reveló que el Alimak fue descartado por sus severas limitaciones en tiempo, costo y seguridad ambiental, mientras que el RB logró un tiempo de ejecución de solo 13 días frente a los 28 días del sistema Alimak, resultando en un rendimiento superior en un 53%. El RB, además, proporcionó una ventaja crucial en seguridad al eliminar el uso de explosivos y la consecuente presencia de gases tóxicos. En cuanto a costos, el Raise Boring (\$1,048.70 US\$/m) fue ligeramente superior al Alimak (\$1,015 US\$/m); sin embargo, la investigación concluyó la demostrada viabilidad del sistema Raise Boring para el proyecto RB CH660N, estableciéndolo como el método más seguro y eficiente para la construcción de chimeneas de gran longitud, priorizando el rendimiento y la seguridad sobre el costo marginal.

PALABRAS CLAVE: Raise boring, Alimak, Chimeneas, Tiempo, Medio ambiente, Costos.

ABSTRACT

The mining company, operational since 1960, critically requires the acceleration of executing shafts over 100 meters long for deepening operations, intended for ore passes, ventilation, and services. The objective of this research was to evaluate the operational feasibility of the Raise Boring (RB) drilling system, analyzing its technique, performance, and costs at the Alpayana mine. The methodology focused on a case study of the RB CH660N shaft, controlling its operational parameters and subsequently conducting a technical-economic comparative analysis with the conventional Alimak system. The results obtained demonstrated the efficiency of the Raise Boring system. The comparison revealed that the Alimak method was discarded due to its severe limitations in time, cost, and environmental safety, whereas the RB achieved an execution time of just 13 days compared to the 28 days of the Alimak system, resulting in a 53% superior performance. Furthermore, RB provided a crucial safety advantage by eliminating the use of explosives and the consequent presence of toxic gases. Regarding costs, Raise Boring (\$1,048.70 US\$/m) was slightly higher than Alimak (\$1,015 US\$/m); however, the research concluded the demonstrated viability of the Raise Boring system for the RB CH660N project, establishing it as the safest and most efficient method for the construction of long shafts, prioritizing performance and safety over marginal cost.

KEY WORDS: Raise boring, Alimak, Shafts, Time, Environment, Costs.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del proceso de investigación: “Aplicación del Sistema Raise Boring para Mejorar los Resultados de la Ejecución de Chimeneas en la Mina Alpayana S.A.”, es mejorar los tiempos y costos de la ejecución de chimeneas para continuar con la extracción de los minerales asimismo para continuar con la profundización de la mina considerando también menorar los riesgos laborales; y demostrar que con la aplicación de este sistema Raise Boring se logra estos objetivos.

En el capítulo primero se describe el planteamiento del problema, delimitación de la investigación, objetivos de la investigación, justificación y limitaciones de investigación

En el capítulo segundo se desarrolla el marco teórico describiendo los antecedentes similares a la investigación, las características del sistema Raise Boring en este proceso el capítulo es muy importante para poder desarrollar el proceso de investigación.

En el capítulo tercero se presenta la metodología del trabajo de investigación.

En el capítulo cuarto se presenta el proceso del trabajo de campo describiendo el proceso de las operaciones del sistema raise boring detallando las actividades y condiciones del sistema innovador; seguidamente se realiza el análisis y discusión de resultados comparando la data obtenida en las pruebas de campo de cada sistema, para demostrar las hipótesis planteadas.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Unidad Minera Alpayana	2
1.3. Formulación del problema	21
1.3.1. Problema General.....	21
1.3.2. Problemas Específicos	21
1.4. Formulación de Objetivos.....	22
1.4.1. Objetivo General	22
1.4.2. Objetivos Específicos.....	22
1.5. Justificación de la investigación	22
1.6. Limitaciones de la investigación.....	23

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	24
2.1.1.	A nivel internacional.....	24
2.2.	Bases teóricas - científicas	27
2.2.1.	Perforación en chimeneas de minería subterránea	27
2.2.2.	Construcción de chimeneas	27
2.2.3.	Métodos de Construcción de Chimeneas.....	28
2.2.4.	Método Blind Hole	28
2.2.5.	Método Raise Climber con Jaula Trepadora	29
2.2.6.	Sistema Raise Boring	30
2.2.7.	Componentes del proceso de perforación.....	34
2.2.8.	Perforación del Raise Boring	41
2.2.9.	Preparación de la Cámara	42
2.2.10.	Servicios de la Cámara	43
2.2.11.	Traslado de máquina den subterránea mecanizada	45
2.2.12.	Traslado para zonas subterráneas convencionales	46
2.2.13.	Instalación y Posicionamiento.....	47
2.2.14.	Nivelación Topográfica	47
2.2.15.	Perforación Piloto.....	47
2.2.16.	Inicio de Empate.....	48
2.2.17.	Barrido	49
2.2.18.	Desvíos	49
2.2.19.	Comunicación del Piloto	49
2.2.20.	Comunicación de la Cabeza Rimadora.....	50

2.2.21. Perforación del Rimado.....	51
2.2.22. Limpieza del Pié de la Labor.....	51
2.2.23. Culminación y Colgado de la Cabeza Rimadora.....	51
2.2.24. Bloqueo de Chimenea.....	52
2.2.25. Reglamento de Seguridad y Saludo Ocupacional en Minería – DS 024	52
2.2.26. Riesgos de la Actividad de Perforación.....	52
2.3. Definición de términos.....	54
2.4. Formulación de Hipótesis	55
2.4.1. Hipótesis general.....	55
2.4.2. Hipótesis específicas	55
2.5. Identificación de variables	56
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	56

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	58
3.2. Nivel de investigación.....	58
3.3. Métodos de investigación.....	59
3.4. Diseño de investigación	60
3.5. Población y muestra.....	61
3.5.1. Población	61
3.5.2. Muestra	61
3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	61
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	62
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	62
3.9. Tratamiento estadístico.....	63

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica	63
--	----

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	64
4.1.1. Proyecto CH660N – Nivel 16 - 18	64
4.1.2. Proceso del Proyecto RB CH 660N – Nivel 16 - 18	64
4.2. Presentación Análisis e interpretación de resultados	76
4.2.1. Presentación de sistemas de ejecución de chimeneas.....	76
4.2.2. Análisis e interpretación de la ejecución de chimeneas	79
4.3. Prueba de hipótesis	83
4.3.1. Hipótesis general.....	83
4.3.2. Hipótesis específicas.....	83
4.4. Discusión de los resultados.....	85

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Accesos a la Minera	6
Tabla 2 Descripción de las Unidades Fisiográficas	7
Tabla 3 Descripción de las Unidades Geomorfológicas	8
Tabla 4 Balance Metalúrgico	20
Tabla 5 Número de Escariadores	40
Tabla 6 Dimensiones de la Cámara	42
Tabla 7 Ancho del pie del RB según diámetro del escariador	43
Tabla 8 Relación de riesgos entre la perforación convencional y mecanizada	54
Tabla 9 Operacionalización de Variables	57
Tabla 10 Características del proyecto raise boring	64
Tabla 11 Fase de Preparación y Traslado	65
Tabla 12 Instalación y Estandarización	66
Tabla 13 Fase de Nivelación y Pre-empate	67
Tabla 14 Fase de la Perforación Piloto	69
Tabla 15 Fase de instalación del escariador	71
Tabla 16 Perforación del Rimado	73
Tabla 17 Diferencia de los Tipos de Iniciación	76
Tabla 18 Avances del Alimak	76
Tabla 19 Condiciones de Ejecución	77
Tabla 20 Costo Unitario Raise Boring	78
Tabla 21 Costo Unitario de la Jaula Trepadora	79
Tabla 22 Rendimiento de los Equipos	80
Tabla 23 Parámetros de cada Sistema	81
Tabla 24 Costos Directos	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano Nacional de la Unidad Minera.....	3
Figura 2 Plano Regional de la Unidad Minera.....	4
Figura 3 Plano Distrital de la Unidad Minera	5
Figura 4 Estándares Método Convencional	16
Figura 5 Estándares Método Convencional	16
Figura 6 Estándares Método Sublevel Stoping.....	18
Figura 7 Plan Isométrico del Circuito de Aire	21
Figura 8 Proceso de Perforación Blind Hole	29
Figura 9 Torre de Perforación	32
Figura 10 Partes del Pack Hidráulico.....	33
Figura 11 Barras de Perforación	35
Figura 12 Barra de Inicio	35
Figura 13 Anillo de Empate	36
Figura 14 El six rib stabilizer.....	37
Figura 15 Broca Tricono	38
Figura 16 Cabeza Rimadora.....	38
Figura 17 Cuerpo del Escariador.....	39
Figura 18 El Stembar.....	40
Figura 19 Cortadores	41
Figura 20 Método de Perforación Raise Boring	42
Figura 21 Instalación y Posicionamiento	47
Figura 22 Preparación del RB	66
Figura 23 Estandarización del RB	67
Figura 24 Nivelación Topográfica	68

Figura 25 <i>Inicio de la Perforación Piloto</i>	69
Figura 26 <i>Comunicación del Piloto.....</i>	70
Figura 27 <i>Instalación del Escariador.....</i>	71
Figura 28 <i>Perforación del Rimado</i>	74
Figura 29 <i>Colgado de Cabeza Rimadora</i>	75
Figura 30 <i>Desinstalación del Escariador.....</i>	75
Figura 31 <i>Rendimiento de Equipos</i>	80
Figura 32 <i>Calidad de Aire</i>	82
Figura 33 <i>Costos Directos</i>	83

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Toda empresa minera que se dedica a la extracción de minerales tiene como objetivo de mejorar constantemente sus operaciones cada vez se debe obtener una mayor eficiencia en cada ciclo de las operaciones para la explotación del yacimiento; uno de ellos tiene como objetivo de mejorar los avances de la ejecución de galerías, rampas en general toda labor minera, específicamente en la ejecución de chimeneas en cuanto al tiempo de ejecución de los proyectos de este tipo de labor asimismo, mejorar los costos de ejecución con altos rendimientos en los resultados de avances y seguridad de los operadores. Considerando este principio, en la actualidad la minera viene empleando el sistema de las jaulas trepadoras alimak para la ejecución de proyectos de chimeneas el cual los resultados en cuanto al tiempo, costo, riesgo laboral no se tiene buena eficiencia. El proyecto de investigación tiene como fin analizar los resultados al aplicar el sistema raise boring en la ejecución de chimeneas; considerando los factores descritos en la minera Alpayana. Es importante resaltar en la actualidad el proceso

no son eficientes referidos al tiempo, costos y la seguridad del personal; con el uso de este sistema del raise boring se mejorara significativamente la eficiencia y rendimiento de los avances de las chimeneas asimismo, implica en los resultados de la producción por la necesidad de menos personal y tiempo que va incidir indudablemente en mejorar los avances y costos de las operaciones para lograr el cumplimiento del programa de producción de la minera.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Unidad Minera Alpayana

A. Ubicación Geográfica

La Mina Alpayana, parte de la minera Americana está ubicado geográficamente al este de Lima a 130 kilómetros de la carretera Central, parte de la quebrada El Carmen, en el paraje llamado Piedra Parada, del Distrito de Chicla, en la provincia de Huarochirí y el departamento de Lima, a una altitud de 4,620 m.s.n.m. La minera tiene como coordenadas geográficas:

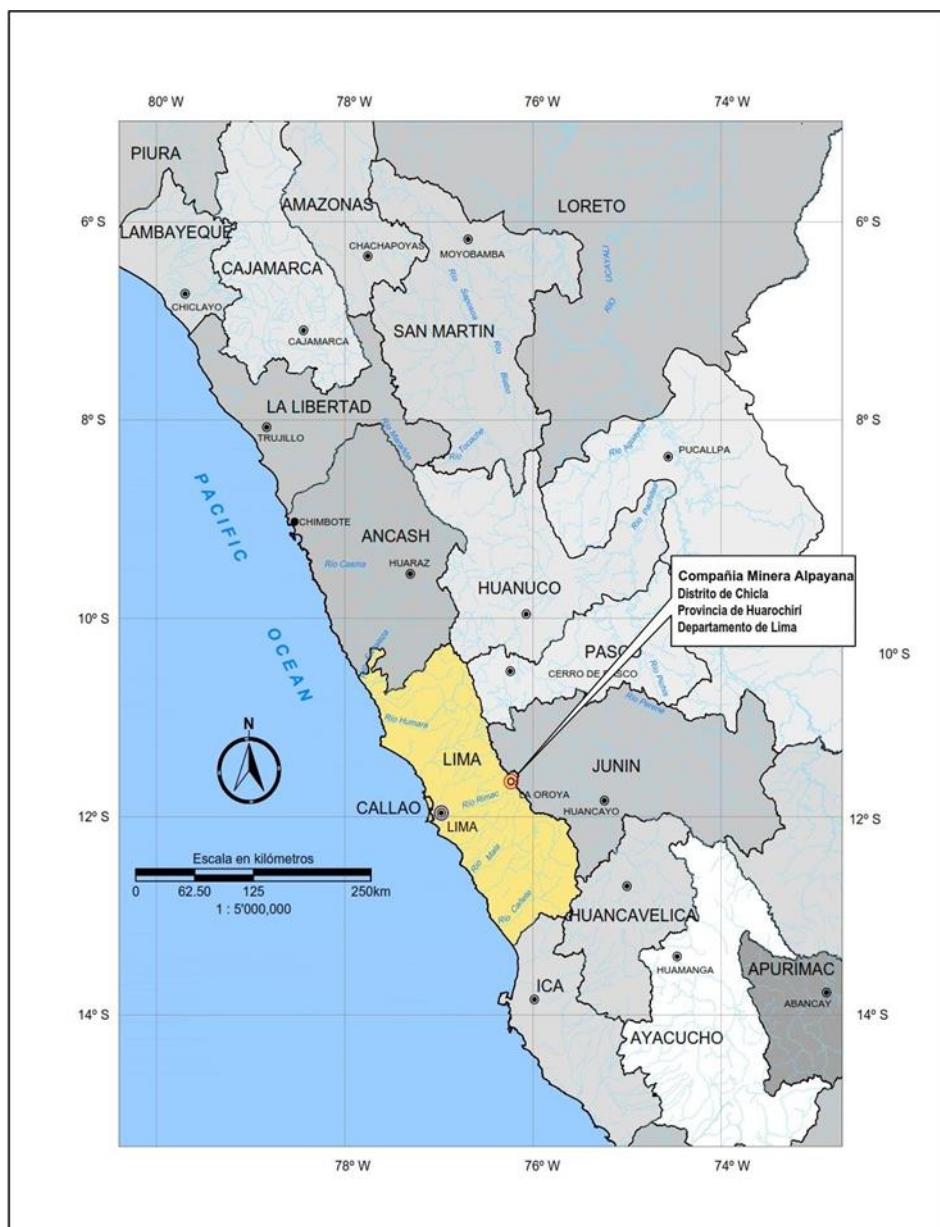
- ✓ Longitud: 12° 50'
- ✓ Latitud: 77° 15'

Con coordenadas UTM (WGS 84, Zona 18S):

- ✓ Norte: 8'720,450.50
- ✓ Este: 365,760.60.

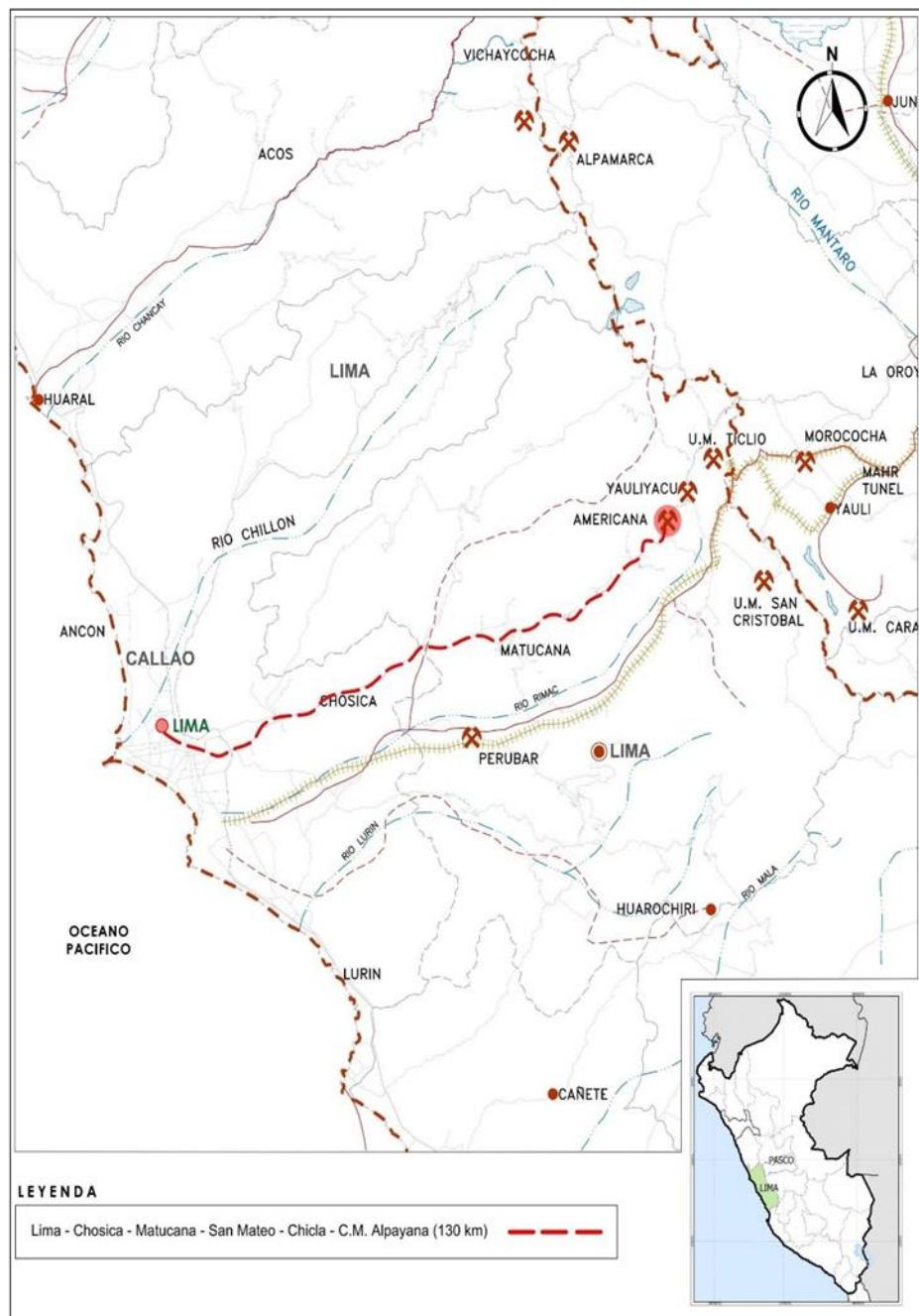
En las siguientes figuras se puede notar su ubicación:

Figura 1 Plano Nacional de la Unidad Minera



Fuente: Geología de la unidad minera

Figura 2 Plano Regional de la Unidad Minera



Fuente: Geología de la Unidad Minera

Figura 3 Plano Distrital de la Unidad Minera



Fuente: Geología de la unidad minera

B. Accesibilidad

El acceso para llegar a la unidad minera se parte de la ciudad de Lima pasando las zonas de Chosica, Matucana, San Mateo, finalmente se llega al distrito de Casapalca hasta el kilómetro 120, de allí se inicia una vía afirmada con 9 kilómetros de distancia que se dirige a las instalaciones de la minera. En resumen, el campamento minero cuenta con una ruta de acceso partiendo de la ciudad de Lima, como vía principal la carretera central. En la tabla 1 se puede observar el acceso.

Tabla 1 *Accesos a la Minera*

Tramo	Distancia(Km)	Tipo de Vía
Lima – Casapalca	120	Asfaltada
Casapalca – Proyecto	8	Afirmada

C. Topografía, fisiografía y geomorfología

La minera está localizada en una zona de un entorno glaciar con alturas variables que superan los 5 000 msnm. Los trabajos de la extracción del mineral del yacimiento se efectúan entre los 3 800 a 4400 msnm, y las instalaciones de superficie y el campamento minero se encuentra a 4400 msnm. La topografía de la zona minera presenta un relieve bastante accidentado cuenta con valles muy estrechos y pronunciadas pendientes, en los flancos los valles tienen secciones en forma de U por la erosión fluvial que abunda en las áreas y por la presencia de glaciares resultado de los deshielos y la precipitación pluvial. También se presentan circos glaciares en zonas altas principalmente en las cabeceras de los valles, a continuación, se puede

observar un cuadro resumen de unidades fisiográficas.

Tabla 2 Descripción de las Unidades Fisiográficas

Descripción	Símbolo	Características
Fondo de valle fluvio glacial	Fv-fg	<u>Pendientes</u> entre 0 y 8% <u>Altitudes</u> entre 4100 a 4700 m.s.n.m <u>Superficies</u> ligeramente inclinadas
Vertiente montañosa fuertemente inclinada	Vm-fi	<u>Pendientes</u> entre 8 y 15% <u>Altitudes</u> entre 4400 a 4700 m.s.n.m <u>Superficies</u> relativamente planas y ligeramente inclinadas
Vertiente de montaña moderadamente empinada	Vm-me	<u>Pendientes</u> entre 15 y 25% <u>Altitudes</u> entre 4400 a 4800 m.s.n.m <u>Superficies</u> accidentadas y ondulaciones leves
Vertiente montañosa muy empinada	Vm-mem	<u>Pendientes</u> entre 50 y 75% <u>Altitudes</u> entre 4400 a 5000 m.s.n.m <u>Superficies</u> accidentadas
Vertiente montañosa extremadamente empinada	Vm-ee	<u>Pendientes</u> de 75% a mas <u>Altitudes</u> entre 4550 a 5000 m.s.n.m <u>Superficies</u> extremadamente accidentadas

Fuente: Área de Geología

Toda la zona en estudio se encuentra con una diversidad topográfica y climática esto es debido a la presencia de la divisoria del continente, ya que separa las aguas que van hacia el Océano Pacífico de aguas que van hacia el Océano Atlántico. La zona llega a ser el Flanco Occidental Andino, es totalmente montañosa, con altas cumbres y valles muy profundos. El Flanco Andino es la cadena montañosa más importante de Sudamérica y posee altiplanicies, que se extiende por gran parte de los Andes Centrales. También hay valles con un clima más templado y húmedo. En zonas de las cumbres altas,

el clima es extremo, con temperaturas muy bajas con gran cantidad de hielo. La vertiente del Pacífico tiene un relieve abrupto y encañonado, con valles estrechos y profundos.

Tabla 3 Descripción de las Unidades Geomorfológicas

Descripción	Símbolo	Características
Valle fluvio glacial	V-fg	<u>Pendientes</u> entre 0 y 8% <u>Extensión</u> de 78.71 Ha (5% de toda la superficie de estudio) <u>Altitudes</u> entre 4100 a 4700 m.s.n.m <u>Superficies</u> planas y onduladas del área, emplazadas en los fondos de valle
Ladera de montaña fuertemente inclinada	Lm-fi	<u>Pendientes</u> entre 8 y 15% <u>Extensión</u> de 183.83 Ha (12% de toda la superficie de estudio) <u>Altitudes</u> entre 4400 a 4700 m.s.n.m <u>Superficies</u> conformadas por afloramientos rocosos y topografía muy accidentadas por laderas montañosas ramificadas
Ladera de montaña moderadamente empinada	Lm-me	<u>Pendientes</u> entre 25 y 50% <u>Extensión</u> de 159.35 Ha (10% de toda la superficie de estudio) <u>Altitudes</u> entre 4400 a 4800 m.s.n.m <u>Superficies</u> conformadas por rocas sedimentarias y volcánicas, topografía
poco accidentada y constituidas por laderas estructuralmente plegadas		

Ladera de montaña muy empinada	Lm-mem	<u>Pendientes</u> entre 50 y 75% <u>Extensión</u> de 789.74 Ha (52% de toda la superficie de estudio) <u>Altitudes</u> entre 4400 a 5000 m.s.n.m <u>Superficies</u> conformadas rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, topografías constituidas por laderas estructuralmente plegadas y existen zonas constituidas por depósitos del holoceno
Ladera de montaña extremadamente empinada	Lm-ee	<u>Pendientes</u> de 75% a mas <u>Extensión</u> de 311.74 Ha (20% de toda la superficie de estudio) <u>Altitudes</u> entre 4550 a 5000 m.s.n.m

Fuente: Área de Geología

D. Geología Económica

La geología económica presenta un yacimiento polimetálico con unas reservas de minerales dispuestas en cuerpos y vetas constituidos principalmente por menas de galena, esfalerita, tetraedrita, calcopirita y freibergita, mientras que la ganga está constituida por cuarzo, piritita, carbonatos calcita y rodocrosita.

La mineralización se originó a partir de fluidos hidrotermales que mediante iones metálicos rellenando las fracturas con sulfuros de plata, cobre, plomo y zinc. También presenta carbonatos como calcita y rodocrosita, calcopirita a mayor profundidad.

Generalmente las vetas tienen una potencia menor a un metro con una orientación variable de N 31° a 81° E, con buzamiento de 55°-85. La mineralización del yacimiento forma vetas sub paralelas, se considera la veta Oroya la más importante. Todas las vetas tienen una orientación similar, por lo que la mineralización se encuentra

controlada por la estructura geológica subyacente. La presencia de sulfuros y sulfosales indica que la mineralización se originó en un ambiente hidrotermal, por lo tanto la formación del yacimiento está relacionada con la actividad magmática o tectónica de la región.

Las formaciones de plata con una roca encajonante tipo I se consideran como control litológico, se ubica en el pórfito taruca y también en las andesitas del volcánico Carlos Francisco y el afanítico de Tablachaca, las calizas gris claras pertenecen al grupo Bellavista de rumbo N 30° a 40° E. El conglomerado Carmen al sur de la Veta Oroya actualmente está siendo explorado.

E. Geología Regional

La minera se encuentra colindante con la minera Casapalca, la mina Yauliyacu y otras. Se encuentra ubicado en el flanco Este de un anticlinorium cerca a Morococha y Yauli. La mina está constituida por depósitos cuaternarios de rocas sedimentarias e intrusivas del Cretáceo superior. El macizo rocoso está fuertemente plegadas y falladas, con afloramientos del Cretáceo hasta el Reciente.

El relieve del área presenta fuertes contrastes climáticos y topográficos. En la divisoria continental, es montañoso e inhóspito, mientras que, en los valles del Pacífico, es abrupto. En el texto "Geología de cuadrángulos Matucana y Huarochirí Hojas 25-k y 26-K", se nota las siguientes unidades geomorfológicas:

- La zona del área oeste de la cordillera andina del Flanco Occidental, abarca de Colombia a Chile y presenta una topografía abrupta con elevaciones mayores a los 5900 metros en referencia

al nivel del mar.

- La zona de la altiplanicie: se ubica en áreas elevadas del ande y se observa mesetas y llanuras altas se encuentran a elevaciones mayores de los 3900 metros msnm. En esta zona la topografía es menos abrupta en relación con otras zonas de la cordillera.
- Las formaciones de la superficie Puna se ubican en un área intermedia de la cordillera de los Andes y la llanura costera. Tiene una topografía suave que montañosa, con raras elevaciones, que varían entre los 2900 y 3900 msnm.
- Los valles del área se ubica en el occidente de los Andes y presenta valles encañonados que descienden por la llanura costera. El área tiene una topografía suave en relación con la cordillera y la altiplanicie, cuenta con elevaciones muy variables desde los 900 y los 2900 msnm.
- Un área de altas cumbres se encuentra en los puntos más altos de la cordillera de los Andes, con una topografía abrupta y se cumbres y picos elevados, mayores a los 4900 metros del nivel del mar.

F. Geología Local

En la parte alta de la cordillera Occidental se identifican grupos de intrusiones, que cuenta con unidades intrusivas de composiciones variables, presenta rocas básicas a rocas ácidas. Entre las rocas intrusivas se encuentran la andesita, granodiorita, diorita, tonalita, monzonita y riodacita. Estas intrusiones casi en su totalidad se encuentran intrusos a las unidades de formación piroclástica del

Terciario, volcánico y sedimentarias, lo que indica que los intrusivos son relativamente jóvenes geológicamente. Se tiene la presencia de dos grupos el de Morococha y Azulcocha, que se encuentran intrusos a rocas mesozoicas y que son los intrusivos más antiguos.

La estructura más prominente de la zona es el anticlinal de Casapalca, con un pliegue de 82 grados de buzamiento del eje axial y se encuentra en la parte central del yacimiento. Presenta pliegues menores, como sinclinales y anticlinales en sus flancos SW y NE. En el subsuelo se tiene la presencia de fallas pre-minerales que movilizaron a las vetas, denominado la "Gran falla" con un rumbo N 50° W.

- Pliegues

Su estratigrafía es plegada con un rumbo de N 25° W, paralelas al lineamiento de los Andes. Como estructura importante se tiene el anticlinorium Casapalca, de plegamientos menores. En su flanco sur oeste se tiene el sinclinal Rio Blanco y el sinclinal americano, que sobre yace las unidades volcánicas terciarias, como núcleo las calizas Bellavista que bordea el flanco nor este. La región presenta una geología estructural compleja, con unidades estratigráficas sobre puestas en sinclinales y anticlinales. Las calizas Bellavista en el núcleo del sinclinal americano es la formación más antigua del área.

- Fallas y fracturas

En el área se encuentra 3 fallas inversas denominadas, falla americana, falla Infiernillo y falla Rosaura, mantienen cierto

paralelismo con un rumbo aproximado de N 35° W. La falla Infiernillo presenta un buzamiento de S 69° W, la falla Rosaura un buzamiento de S 79° W, la falla americana tiene un buzamiento de N 69° E. Otra falla es el Río Blanco al sur oeste de la zona, con rumbo N 36° E paralela al sistema de vetas M y C. Se considera estas fallas para realizar las operaciones mineras, ya que afectan el emplazamiento de los recursos minerales y la estabilidad.

G. Componentes de la Unidad Minera

La Minera Alpayana efectúa actividades mineras para explotar los yacimientos polimetálicos con reservas minerales en vetas y cuerpos, los minerales que extrae son rodocrosita, calcopirita, esfalerita, galena, tetraedrita, pirita, cuarzo. La minera está conformada por 34 derechos mineros polimetálicos con 5,750.1070 Has. de extensión, en calidad de cesionaria, ubicados en el Distrito de Chicla, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima. En Anexos A y B, se presenta un resumen de los componentes mineros y la descripción. La mina explota por métodos subterráneos, el plan de minado está proyectado para una capacidad de la Planta Concentradora de 5900 TMD.

H. Métodos de Minado

Las operaciones de minado se ejecutan por dos métodos de explotación dependen de cómo se presenten como cuerpos o vetas angostas, cuando son cuerpos se utiliza el método de Sub Level Stoping y para las vetas el método de corte y relleno ascendente.

I. Corte y Relleno Ascendente

El método se utiliza si las cajas son de dureza regular a

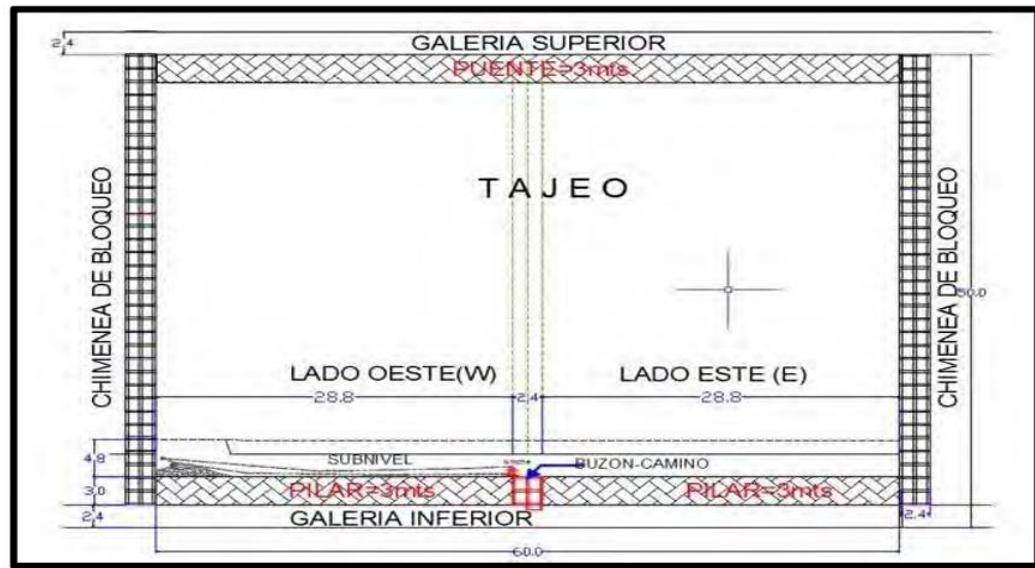
competente, con buzamiento pronunciado, se prepara desarrollando una rampa, cruceros, chimeneas de relleno, echadero de mineral y ventilación al contorno de la mineralización con el método convencional o mecanizado. En este método los estándares que se considera es el desarrollo mediante la ejecución de frentes horizontales con secciones de 3 m. x 3 m. y 4 m. x 4 m., cuando las vetas tienen una potencia promedio de 0.4 a 0.9 m. la perforación se realiza con máquina JackLeg y se considera como avance de perforación de los frentes un valor de 1.5 m. Para el sostenimiento se aplica cuadros de madera, pernos cementados, perno y malla dependiendo de las recomendaciones geomecánicas.

La preparación en el método convencional, se desarrolla subniveles con secciones de 1 m. x 1.5 m. con una distancia de 65 m. además un puente de 3 m. con respecto a la galería. Se prepara un buzón central con una altura de 5 m. con sección de 1.20 m. x 2.5 m. con una tolva americana al centro del tajo de allí se inician subniveles asimismo se utiliza como echadero de mineral por cada corte. Se desarrollan dos chimeneas con doble compartimiento 2.5 m. x 1.20 m. los mismos se enmaderan se encuentran ubicadas a los extremos del tajo, tiene como función el acceso y ventilación, para su preparación se utiliza maquina stoper.

En el método mecanizado, se prepara un By pass de 3 m. x 3 m. paralelo a la veta el cual sirve de acceso, el minado se realiza desde la galería, también se ejecuta un buzón central de 1.5 m. x 1.5 m. para el echadero del mineral, se construye una chimenea de doble

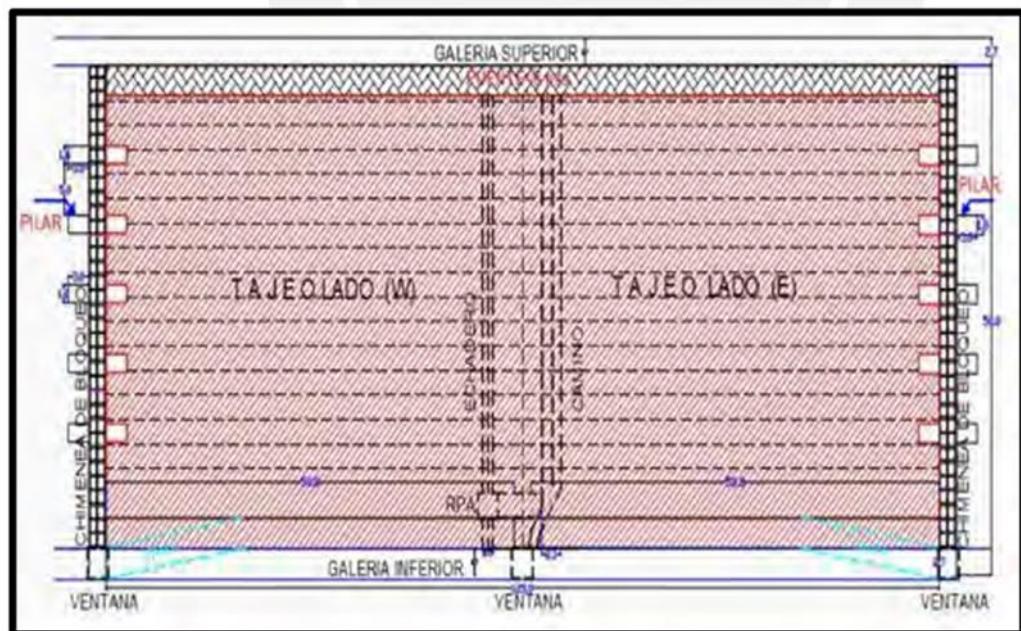
compartimiento al centro del tajo y otras dos a cada extremo del tajo ambas se utilizan como acceso, ventilación y otros servicios. En el tajo se prepara una cámara de 2.4 m x 2.4 m de sección con una distancia de 9 m para emplazamiento del scoop. La perforación en la zona mineralizada se realiza con la maquina stoper, obteniendo una altura de corte de 2.6 m. La malla para la perforación varia por la dureza del mineral, en promedio se tiene la malla de 0.3 m. x 0.3 m., como explosivo se utiliza la emulsión y accesorios mecha rápida, carmex; una vez realizada la voladura, se ventila el tajo luego se procede al saneamiento, sostenimiento para el jale de mineral mediante un winche de 16 HP. para de longitud promedio de 32 m. Para la perforación del área estéril se utiliza Jack leg con malla de perforación promedio de 0.5 m. x 0.5 m. Cerrando el ciclo de minado se procede a nivelar el piso y relleno para el siguiente corte. El relleno es material detrítico y/o relleno hidráulico. El relleno debe ser uniforme con piso horizontal y antes de disparar se campea los espacios vacíos para no perder el mineral.

Figura 4 Estándares Método Convencional



Fuente: Área de Planeamiento

Figura 5 Estándares Método Convencional



Fuente: Área de Planeamiento

J. Sublevel Stoping

Al aplicar este método se divide el cuerpo de mineral en bloques de 20m. a 30 m. de altura, se inicia la preparación desde la parte

inferior, los accesos se desarrollan en roca estéril competente y fuera del cuerpo mineral , se preparan sub niveles de perforación, la rampa debe tener una gradiente máxima de 15% que sirve de acceso a los sub niveles, se prepara el by pass y el draw points. El cuerpo mineralizado se delimita a través de ventanas de acceso, limitado el mineral y sostenido en la parte inferior e superior, se desarrolla una Chimenea VCR que sirve de cara libre al cuerpo mineralizado.

La preparación constituye los subniveles con sus comunicaciones con el nivel base, ventanas receptoras y el primer corte para los taladros negativos. Este corte se realiza como si se tratara de explotar una veta estrecha. En cada subnivel, se realiza la galería perpendicular al eje longitudinal y en todo el ancho del proyecto del caserón. Corresponde una chimenea central que une estas galerías, la operación es simultánea con los subniveles de perforación y el nivel de base. La perforación se ejecuta mediante taladros radiales largos de 15 m. y 25 m. El mineral se evaca y transporta desde la galería Undercart, que está diseñada con una zanja recolectora que el mineral cae por gravedad hasta al piso. Se debe considerar cajas y techos estables, la calidad de roca debe ser competente y el buzamiento debe ser mayor a 65°, generalmente se aplica en un yacimiento vertical y que tengan forma y dimensión regular.

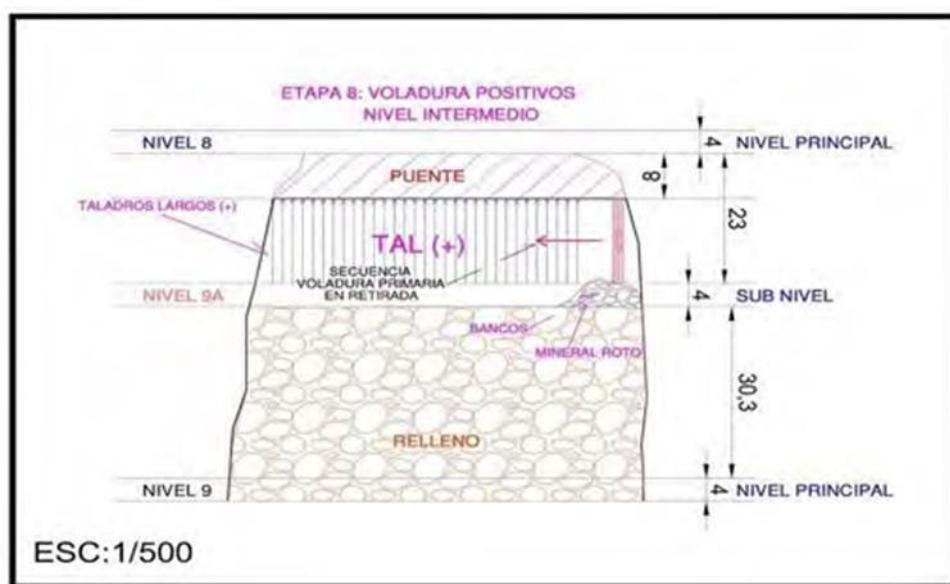
Preparado el diseño de perforación de los taladros de producción mediante topografía se pinta toda la malla para luego iniciar la perforación y culminar con la voladura. Durante el periodo de voladura. La limpieza se realiza con el scoop tram sin control remoto

hasta obtener el espacio suficiente para continuar con la voladura.

Culminada la limpieza, se procede a llenar toda la zona abierta previa instalación de la berma de seguridad. Se ejecuta el sostenimiento de acuerdo con el avance del relleno con material detrítico o relleno hidráulico.

El carguío y transporte se efectúa con los equipos L.H.D. de seis yardas cúbicas y diez yardas cúbicas. Estos transportan el mineral desde la galería o ventanas hasta el echadero de mineral, en el nivel inferior se carga a los camiones y se transporta al echadero de mineral, luego se inicia la extracción mediante locomotoras de doce toneladas a las tolvas de superficie. Finalmente, los volquetes de treinta toneladas transportan a la planta.

Figura 6 Estándares Método Sublevel Stoping



Fuente: Área de Planeamiento

K. Producción de Mineral

La producción por cada año en promedio es:

- Producción de Vetas con 275,700.00 TMS, con contenidos promedios de 7 onzas de plata, 1.95 % de plomo, 0.26 % de cobre y 2.61 % en Zinc.
- Producción en cuerpos con 1,917,200.00 TMS., con contenidos promedios de 0.84 onzas de plata, 0,30 % de plomo, 0.40 % de cobre y 3.9 % de Zinc.

L. Planta Concentradora

En la fase I de chancado primario se permite una granulometría gruesa de P80 9.5 mm. y para el control se utiliza mallas auto limpiantes de 16 mm. a 18 mm.

- Mallas de 16 mm. 83.33 %
- Mallas de 18 mm. 16.33 %

En la fase II de la molienda se cuenta con el molino Hardinge que tiene una capacidad de tratamiento 4500 TMSD y el molino Allis Chalmers con capacidad de tratamiento de 1800 TMSD.

- Molino Hardinge, nivel de bolas 38%, motor 4,510 HP
- Molino Allis Chalmers, nivel de Bolas 38%
- Zarandas con alta frecuencia
- Mallas de 0.44 mm. de abertura pasante al 70 %
- Mallas de 0.52 mm. de abertura pasante del 30 %

La fase III de la flotación es de:

- Circuito Separación Cu-Pb
- Circuito Zinc
- Circuito Bulk

Los concentrados obtenidos son el plomo, zinc y cobre; en la

siguiente tabla se indica el balance metalúrgico para la producción de 6500 TMSD.

Tabla 4 Balance Metalúrgico

CONC	TMD	%W	GPM	I/m	I/s	M3/min	M3/h	M3/día
Cu	40.6	0.68	49.26	186.5	3.11	0.19	11.19	268.51
Pb	33.9	0.57	14.39	54.48	0.91	0.05	3.27	78.45
Zn	210.7	3.51	134.83	510.3	8.51	0.51	30.62	734.9
Relave	5714.8	95.25	1866.5	7065	117.75	7.06	423.89	10173.2
TOTAL	6000	100	2065	7816	130.27	7.82	468.96	11255.1

Fuente: Planta Metalúrgica

M. Geomecánica

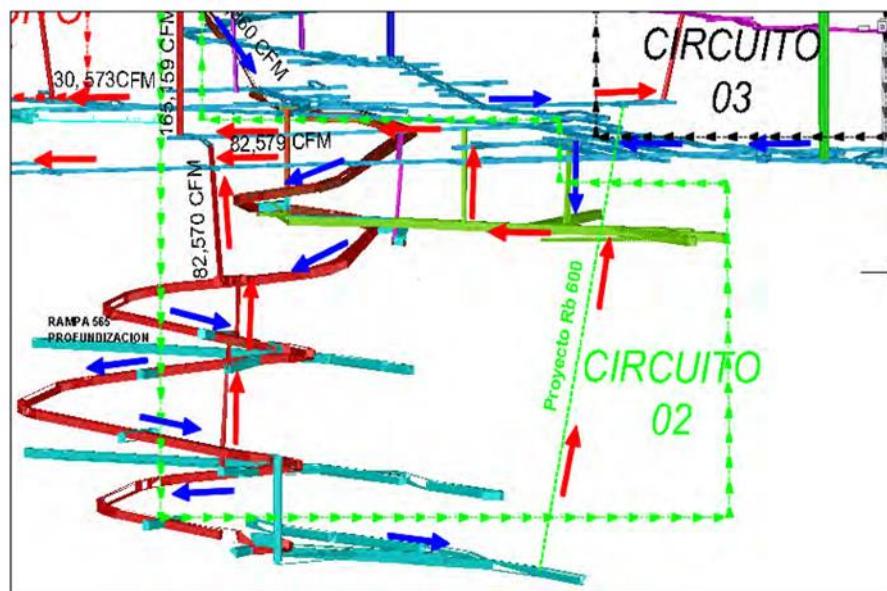
Se utiliza la clasificación geomecánica RMR y GSI modificado para categorizar el macizo rocoso. Las estructuras muestran espaciamiento de 1 a 51 cm, con una persistencia mayor a 3 metros, aperturas mayores a cinco milímetros, presenta paredes rugosas a ligeras con relleno compacto y contenido de calcita con un espesor menor a cinco milímetros. Las paredes de las discontinuidades se encuentran ligeramente alteradas con goteo de agua y flujo local. La masa rocosa se clasifica como muy fracturado a regular, con un índice RMR de 50 - 55 en la caja derecha e izquierda, mientras que las áreas de falla y alteraciones se clasifican como muy fracturado a mala, que correlaciona con un índice RMR de 35 - 50.

N. Ventilación

La mina tiene un sistema de ventilación mecanizada para lograr el ingreso del aire desde superficie, por la presión que ejerce los

ventiladores extractores principales, se logra ingresar el aire fresco de 1,060,620 cfm; obteniendo una cobertura de aire fresco al 100% de acuerdo con el caudal requerido por normativa, la capacidad instalada nominal es de 1,000,500 cfm, generada por seis ventiladores principales extractores, dos ventiladores de 160,000 cfm., un ventilador de 180,000 cfm en el superficie, dos ventiladores de 210,000 cfm en el Rb.335 de superficie y un ventilador de 155,000 cfm en el Proyecto Oroya.

Figura 7 Plan Isométrico del Circuito de Aire



Fuente: Área de Planeamiento

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Sera posible mejorar los resultados de la ejecución de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.?

1.3.2. Problemas Específicos

- a) ¿La aplicación del sistema raise boring permitirá minimizar el tiempo

de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.?

- b)** ¿La aplicación del sistema de raise boring permitirá mejorar el medio ambiente de la zona de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.?
- c)** ¿Será factible mejorar los costos de productividad de la ejecución de las chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.?

1.4. Formulación de Objetivos

Se adecuan de la siguiente manera:

1.4.1. Objetivo General

Mejorar los resultados en la ejecución de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a)** Minimizar el tiempo de ejecución de las chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.
- b)** Mejorar el medio ambiente de la zona de la ejecución de las chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.
- c)** Mejorar los costos de productividad de la ejecución de las chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.

1.5. Justificación de la investigación

La investigación surge a partir de las condiciones críticas y permanente en la minera Alpayana: los avances muy lentos y la contaminación del medio ambiente en el desarrollo de las chimeneas cada vez que se va profundizando las actividades de explotación. Esta deficiencia afecta negativamente a las operaciones mineras, también impacta en forma directa al rendimiento y la salud

de los operarios. Se tiene paralizaciones innecesarias que son constantes, lo que directamente incide en la productividad de la extracción de minerales. Por ello el objetivo principal de la investigación es relacionar los métodos de construcción de chimeneas sea convencional, plataforma alimak y la aplicación del uso del sistema raise boring, con el objetivo de optimizar significativamente el avance y el impacto ambiental de la zona para lograr una continuidad más eficiente de las operaciones mineras.

La construcción de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring se logra varias ventajas significativas en términos de tiempos de construcción y seguridad del personal. Al eliminar el uso de explosivos en el proceso de la construcción de chimeneas y el uso de materiales, herramientas se mejora considerablemente los tiempos y la seguridad del personal involucrado en esta actividad.

1.6. Limitaciones de la investigación

En el tiempo del desarrollo del proyecto, se notaron ciertas restricciones que afectaron la mayor profundidad al estudio. Una de ellas fue la dificultad del uso del instrumento de recolección de información por los cambios de personal en la labor, lo cual de alguna manera se tuvo inconsistencias no relevantes en la obtención de información. Por otra parte se tuvo el apoyo incondicional de los supervisores del área y mina para lograr un análisis más consistente de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A nivel internacional

Redobran, R. (2017). En su tesis "Construcción del Pozo de Presión con el Método Raise Boring y Ensanche Manual en el Proyecto Hidroeléctrico Quijos" lleva a cabo su estudio en la construcción del pozo de presión que utilizó el sistema constructivo raise boring que finalmente el proyecto se complementó con un ensanchamiento de manera manual. Concluye su investigación analizando los costos, calcula el precio final de toda la construcción del pozo de presión utilizando 2 enfoques diferentes: el primero analiza el proceso del método convencional y el segundo el proceso del sistema raise boring. Los precios unitarios obtuvieron de la oferta técnica económica dada por la empresa China National Electric Engineering. El resultado del costo total de construcción del pozo de presión fue de \$ 415,850.00, cuatrocientos quince mil ochocientos cincuenta dólares americanos). El trabajo desarrollado considera algo muy importante, destacando que en el cálculo no está incluido los costos ocasionados

por el sostenimiento, lo que concluye que el costo total real es aún mayor. La conclusión resalta la importancia de una clara planificación y presupuesto en construcciones de infraestructura.

Muñoz, H. (2022). En su tesis presentada a la Universidad Autónoma de Mexico “EQUIPOS DE EXCAVACION MECANIZADA EN MINERIA SUBTERRANEA”. El incremento de la inversión en la explotación minera mexicana ha originado la necesidad de optimizar los procesos de extracción del mineral, asimismo, aplicar nuevas tecnologías para mejorar las eficiencias de la producción de mineral. El trabajo tiene el objetivo de comparar los métodos de excavación, para el desarrollo de obras verticales o casi verticales; el método convencional con la perforación y voladura con el método mecanizado raise boring, analizando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. En el desarrollo de la investigación se analiza el proceso de la construcción de chimeneas utilizando equipos de perforación, explosivos y los avances diarios del método como también analiza la construcción de estas labores verticales con el equipo mecanizado raise boring que no requiere explosivos, el avance es significativamente mucho mayor que el método anterior. En cuanto a los costos el primer método es un tanto menor, pero a mediano plazo resulta mas rentable el segundo método. Concluye que el uso del equipo mecanizado raise boring es más ventajoso en relación con el método convencional ya que diariamente tiene un avance promedio de 25 metros mientras que la convencional en mejor de los casos llega a 4.5 metros, también resalta que no requiere sostenimiento y el uso de explosivos, se obtiene un menor riesgo con el personal de la actividad.

A nivel nacional

Contreras, L. (2019). En su tesis "La perforación de chimeneas con el método Raise Boring en la Unidad Minera Arcata", ubicada en la Región Arequipa, su finalidad de su trabajo es demostrar que la construcción de chimeneas, con el uso del sistema de construcción Raise Boring para chimeneas es más eficiente y rápida en la minera Arcata. Concluye su investigación resaltando que el sistema del Raise Boring es significativamente muy rápido, efectivo y seguro. Esto es debido a la reducción de los riesgos asociados al desarrollo de chimeneas convencionales, uno de ellos es la eliminación de utilizar explosivos y por lo tanto disminuye el impacto ambiental de la zona de operación y la exposición del personal a posibles peligros.

Rivera, H. (2020). En su tesis de título "Optimización del Proceso de Minado y Reducción de Costos en el Tajo 350 de la Compañía Minera Raura S.A. mediante la Construcción de Chimeneas Raise Boring". La finalidad de su investigación fue analizar los diferentes criterios tecno económicos con el objeto de mejorar todo el proceso de minado y minimizar los costos en el tajo 350. Luego de analizar exhaustivamente, concluye que la aplicación del sistema raise boring en chimeneas para el echadero del relleno detrítico resulta una alternativa muy eficiente en relación con el método actual que se utiliza. Considerando que la inversión inicial es bastante considerable para ejecutar el desarrollo de las chimeneas, demuestra que la inversión genera ahorros significativos a lo largo del proyecto. Resalta que estos resultados de cambios son importantes haciendo notar la importancia de plantear propuestas innovadoras y técnicas recientes con el objeto de optimizar la eficiencia y rentabilidad en las operaciones minera.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Perforación en chimeneas de minería subterránea

La perforación es una de las operaciones unitarias en la minería, como objetivo es de lograr la fragmentación del desmonte o mineral de una masa rocosa asimismo, es para la ejecución de excavaciones de chimeneas de echadero de mineral, desmonte, ventilación y otros servicios para las operaciones de la mina.

Un buen diseño de la perforación y voladura como resultado se obtiene un material con la granulometría de acuerdo con lo planificado para su transporte y también menorar el consumo de explosivos. Los criterios y parámetros fundamentales de la perforación son la longitud del taladro, el diámetro de taladro, paralelismo y estabilidad.

2.2.2. Construcción de chimeneas

La labor llamada chimenea, cumplen varias funciones para la extracción de minerales, se utilizan como una labor de comunicación inclinada o vertical cuya función es como echadero de mineral desmonte, la ventilación de la mina y otros servicios como la instalación de tuberías para el transporte de agua, aire comprimido, relleno hidráulico.

La naturaleza de zonas donde se ejecuta la excavación de esta labor hace que los trabajos sean altamente riesgosos; las secciones son estrechas, húmedas y con las cajas que puedan desprenderse sin previo aviso. Cuando se utilizan métodos con el uso de explosivos, el avance es lento y el ciclo de perforación y voladura es un ciclo repetitivo, por las condiciones es importante fragmentar la roca adecuadamente para poder eliminar con el equipo de limpieza correspondiente.

El Reglamento de seguridad y salud ocupacional de la legislación

peruana, para ejecutar métodos convencionales en la construcción de chimeneas se deben cumplir que cuando la longitud supera los 20 metros se debe realizar dos compartimientos primero para el tránsito de personal y el segundo para el echadero del material. Actualmente la excavación de la labor se ejecuta con secciones transversales circulares, ya que se controla la distribución de esfuerzos de la roca, reduciendo las actividades del sostenimiento de paredes.

2.2.3. Métodos de Construcción de Chimeneas

En los diferentes proyectos subterráneos, es necesario la construcción de chimeneas. Para el proceso en la actualidad se considera aplicar el sistema de Raise boring para la perforación, es necesario resaltar que también se utiliza el sistema de jaulas trepadoras, así como otros sistemas como el método convencional con el uso de explosivos.

2.2.4. Método Blind Hole

La construcción de chimeneas mediante el sistema Blind Hole es cuando la excavación de las estructuras es de forma ascendente se usa una máquina electrohidráulica; el desarrollo se inicia con un tiro guía en la perforación, luego se excava toda la sección con un escariador. El equipo se ubica en el nivel inferior de la chimenea y se procesa la chimenea desde allí; en el ciclo de la excavación, el material producido se capta en el nivel inferior y se traslada mediante un colector por la seguridad de los operarios que trabaja en el área. El sistema permite un desarrollo eficiente y seguro de chimeneas en espacios reducidos.

En la mina El teniente de Chile, esta tecnología se utiliza con diámetros de chimeneas de 0.7 y 1.5 metros, utilizando el modelo de equipo Robbins 52-R de Atlas Copco, el mismo tiene un sistema hidráulico de bomba de alta presión y un motor eléctrico de 255 HP. El equipo desarrolla hasta los 100 m. de altura y

tiene un rendimiento de 7.6 metros por día. La ventaja del método es que es altamente seguro para los operarios, ya que todas las operaciones de la excavación se ejecutan mediante un panel de control fuera del área de caída de rocas y el avance se realiza de manera sólida y uniforme, garantizando una estabilidad de la chimenea. Cabe resaltar que no se utilizan explosivos, eliminando los riesgos asociados al uso y la contaminación por la generación de gases de los explosivos. También se obtiene una excelente calidad en el perfil de la chimenea, obteniendo paredes lisas.

Figura 8 *Proceso de Perforación Blind Hole*



Fuente: Mina Teniente Codelco Chile

2.2.5. Método Raise Climber con Jaula Trepadora

Es un método utilizado en minería en el desarrollo de chimeneas verticales y la con la instalación de materiales de sostenimiento en las cajas de la labor. Las operaciones son de 5 pasos, el primero es la perforación de la roca, realizando taladros en la pared de la labor donde se instalarán los materiales del sostenimiento. Seguidamente, se instala la jaula trepadora con materiales de sostenimiento y se eleva a la altura requerida en la pared de la labor. A

continuación, es la voladura detonando los explosivos en la pared de la labor para eliminar la roca suelta; luego se efectúa la ventilación suministrando aire fresco a la labor para tener un ambiente seguro para el personal; finalmente se desatan las rocas sueltas de las cajas de la labor realizando algún trabajo de mantenimiento requerido antes de continuar el siguiente el ciclo.

La jaula trepadora Alimak es una plataforma de trabajo que se utiliza para el transporte de los operarios, consta de carriles guía anclados la caja con tuberías para suministrar el agua, aire, cable eléctrico y línea de aire auxiliar de ventilación. El equipo cuenta con unidades de propulsión, pueden ser neumáticas, eléctricas, diésel o hidráulicas. Las plataformas tienen varias formas y tamaños según la sección requerida de un proyecto. El método es eficiente y seguro para el transporte vertical y la instalación de elementos de sostenimiento en la caja de la labor. La superficie mínima requerida para el uso del método es de 4 metros cuadrados para la construcción de una chimenea, la desventaja del método es que requiere un mayor costo de mano de obra, en el proceso de desmontaje se tiene la pérdida de algunos componentes. Asimismo, cuando se desarrollan chimeneas muy largas, se puede tener problemas de la caída de tensión, baja presión de agua y aire, entre otros.

2.2.6. Sistema Raise Boring

La construcción de la chimenea se ejecuta con el uso de medios mecánicos, el equipo es capaz de conectar dos o más niveles, ya sea de superficie o un nivel superior a zonas o niveles inferiores, se desarrolla en dos etapas principales primero se realiza el sondeo piloto y luego el ensanche de la labor en forma ascendente. La primera etapa es realizar un sondeo al nivel inferior. Este piloto se ejecuta con un diámetro pequeño en relación que del diámetro final de

la sección de la chimenea. Una vez concluido el piloto, se inicia la segunda etapa, que consiste en el ensanche de la chimenea. El ensanche o escariado se ejecuta utilizando una herramienta de mayor diámetro que se instala en el extremo inferior del piloto y luego se procede a ascender lentamente, mientras va triturando el material circundante para el ensanche de la chimenea a su sección definida. Toda esta etapa se realiza de manera ascendente, por lo tanto, el material resultante cae por gravedad a la zona inferior conforme se va ensanchando la chimenea.

El sistema es muy ventajoso por la rapidez en el proceso, la precisión en la dirección y la seguridad del personal. Estos equipos raise boring se usan en proyectos mineros en el desarrollo de chimeneas de diámetros variables de 1.2 a 6.4 metros con longitudes hasta los 500 a 650 metros. Sus elementos principales son:

A. Torre de perforación

Este elemento del Raise Boring, tiene como función el suministro de rotación y empuje para la perforación del piloto y rimado, se encarga del desplazamiento de la columna de perforación mediante los pistones, constituido por una placa base que es la estructura principal denominada mainframe, estructura de cabeza conocida como headframe, el cilindro hidráulico, columna tensora, crosshead, Chuck, drivehead, motor principal, caja de transmisión o el gearbox.

Figura 9 Torre de Perforación

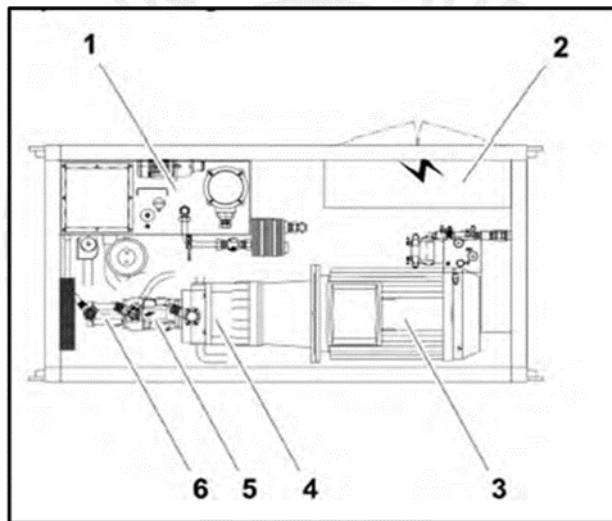


Fuente: Catálogo Raise Boring

B. Torre de perforación

El pack proporciona la energía hidráulica para que se pueda deslizar los cilindros hidráulicos. Conforma la unidad de energía hidráulica que interconecta las válvulas y mangueras, mediante mecanismos impulsados por aceite y una presión que genera movimiento. Tiene un diseño los packs hidráulicos de acuerdo a la dimensión y tipo del equipo raise boring. Generalmente está montado en una plataforma conectada a un depósito de aceite hidráulico y conformado por su motor, sistema de refrigeración, bombas, válvulas, manómetros, electroválvulas y filtros.

Figura 10 Partes del Pack Hidráulico



Fuente: Catálogo del Raise Boring

1. Tanque de aceite hidráulico con bomba de llenado
2. Gabinete eléctrico y de control
3. Motor eléctrico
4. Circuito de rotación de bomba hidráulica
5. Circuito transversal y circuito de equipo de bomba hidráulica
6. Bomba hidráulica, circuito de avance de perforación

C. Pack Eléctrico

El pack eléctrico se complementa con la unidad de fuente de alimentación y los cables de control, es el que genera y distribuye el circuito y la energía en todo el circuito del sistema de perforación. Por la variación del suministro de energía y la diferencia en el sistema de accionamiento del motor principal, el diseño del sistema eléctrico varía dependiendo del tipo de máquina raise boring, los sistemas incluyen principalmente el arrancador de la unidad de lubricación, interruptores, el soft starter, termomagnéticos de control, contactores, voltímetro analógico, borneras, limitador de torque o

indicador de procesos, horómetro analógico, de 0 a 500 V AC, interruptor termomagnético 400 A, contactores de vacío, ventilador 220V, interruptor, transformador monofásico 5 Kva, termomagnético 250 A, contactares tripolares.

D. Sistema de Lubricación

El sistema tiene como función de la distribución del aceite de lubricación a todos los rodamientos de alta velocidad y los componentes de transmisión, este sistema tiene como componentes un motor, bomba de lubricación, filtro, mangueras hidráulicas de 1" y 1/2", flujómetro, intercambiador de calor.

E. Estación de Control

Esta estación se encuentra complementado por todos los controles y lecturas necesarias para el control del trabajo del sistema raise boring, mediante este panel se controlan funciones hidráulicas de rotación, empuje y avance, como también las eléctricas como voltaje y amperaje del sistema

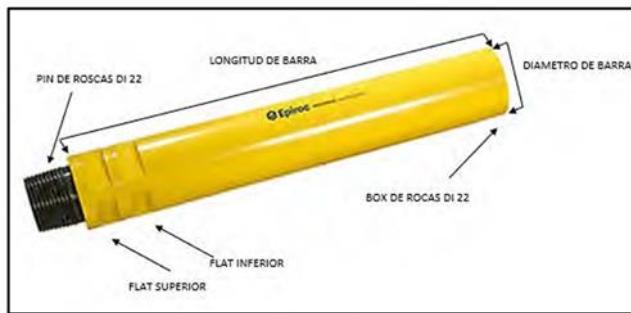
2.2.7. Componentes del proceso de perforación

En el proceso de perforación del piloto y el rimado se tiene diferentes componentes, que cada una de ellas cumplen una función y se clasifican en:

a. Tuberías de perforación

Toda la tubería es cilíndrica y hueca para que pueda recorrer los fluidos de refrigeración y el barrido de detritos en la fase piloto. Esta compuesto por un vínculo primero de roscas DL - 20, acompañado de componentes de corte y el equipo raise boring a través de Caja Flotante.

Figura 11 Barras de Perforación



Fuente: Catálogo Epiroc

b. Barra guía

Su función es para iniciar el empate piloto en los primeros 6 metros, manteniéndose lubricado en el proceso evitando su deterioro, se diferencia de la barra convencional por poseer un cuerpo acanalado.

c. Barras de Inicio o Bit Sub

Este componente se utiliza en la perforación piloto. Posee una longitud de 1 pie y tiene una válvula check evitando que el fluido y detritus regresen. Todas estas barras se instalan la barra estabilizadora y con la broca tricono para facilitar su retirada en la comunicación del piloto, se usa un anillo de sacrificio.

Figura 12 Barra de Inicio



Fuente: Catálogo Raise Boring

d. Anillo de Sacrificio

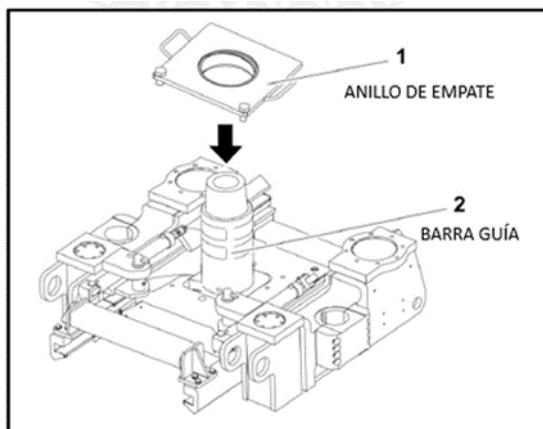
El componente tiene como función de facilitar el retiro del estabilizador

de rimado y de la broca tricono, compuesto de un anillo acerado y en el interior se encuentra un anillo de bronce facilitando el corte para no dañar los hilos del pin.

e. Anillo de Empate

El componente es de acero anillado que se acopla sobre la meza de trabajo como una llave, tiene como función evitar un exceso de movimiento en el inicio de la perforación del piloto. Además, asegura un correcto empate se debe controlar una máxima diferencia de 1 mm. por lado con respecto al diámetro de la barra de inicio.

Figura 13 Anillo de Empate



Fuente: Catálogo Raise Boring

f. Barra Estabilizadora

Es de acero de mayor densidad en relación con las barras convencionales, posee insertos de carburo de tungsteno. Por su gran espesor tiene un mayor peso en la columna de perforación, generando una mayor estabilidad en el proceso de perforación. Este elemento se instala en forma adyacente a la columna de perforación conectados con los elementos de corte. Ello reduce la desviación en la perforación Piloto y en la etapa del rimado conserva el

diámetro, como medida estándar se considera una mínima de 2 mm. entre el diámetro y del stembar del rimador, se distribuyen en dos clases:

- El bit roller stabilizer, se usa en la perforación del piloto para asegurar el diámetro, la inclinación y prolongar la vida útil de las barras de la columna de perforación, su medida estándar debe ser dos milímetros menores que el diámetro de la broca tricono.
- El six rib stabilizer, este elemento se usa en la perforación piloto y rimado, tiene un espesor mayor a las barras de la columna de perforación y una mayor longitud en relación con el bit roller.

Figura 14 *El six rib stabilizer*



Fuente: Catálogo Raise Boring

g. Broca Tricono

Este elemento está compuesto por tres brocas cónicas acopladas en un Pin roscado, conectado al bit sub barra en el empate del piloto, posteriormente se instala en el bit roller para proseguir con la perforación del piloto. Estos triconos giran sobre su eje intercalan filas de insertos de tungsteno triturando la roca; tiene tres orificios para inyectar el fluido y realizar el barrido de detritus durante la perforación del piloto.

Figura 15 Broca Tricono

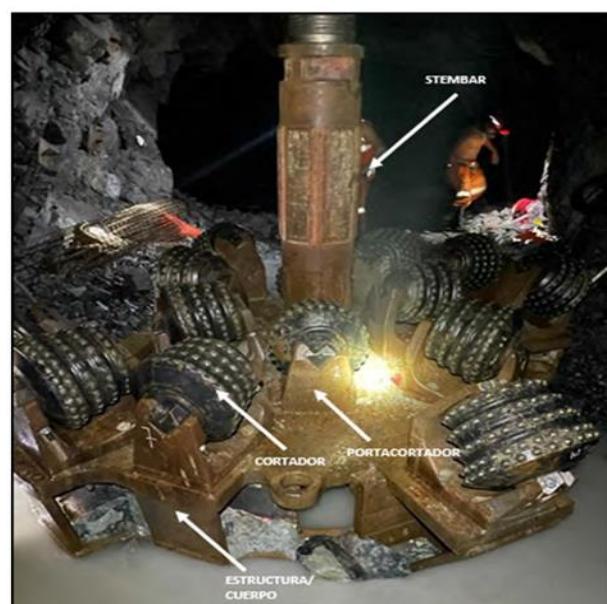


Fuente: Catálogo Raise Boring

h. Cabeza Rimadora

Esta estructura metálica es asimétrica esta conformada por cortadores que definen el tamaño final de la labor. Tiene la capacidad de resistir las fuerzas de empuje y rotación ascendente que cortan y trituran la masa rocosa. El número y ubicación de los cortadores delimitan el tamaño final de la labor.

Figura 16 Cabeza Rimadora



Fuente: Catálogo Raise Boring

Sus principales componentes se consideran.

- Estructura – cuerpo

Es un elemento metálico asimétrico constituido de planchas soldadas de acero acoplados a los cortadores mediante porta cortadores y se unen con la columna de perforación a mediante el stembar. La distribución del cortador es estratégico con el fin de optimizar el corte de la masa rocosa en el proceso del rimado.

Figura 17 *Cuerpo del Escariador*



Fuente: Catálogo Raise Boring

En el mercado se tiene diferentes marcas de fabricación y modelos de escariador, su tamaño, sección circular de la chimenea a ejecutar, está relacionado con el número de cortadores a utilizar. Se tiene la siguiente distribución:

Tabla 5 Número de Escariadores

Nº de Cortadores según Diámetro de Escariador.

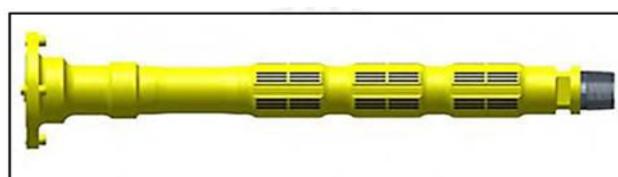
Diámetro final de escariado (mt)	Número de Cortadores (un)
1.5	8
1.8	10
2.1	12
2.5	14
2.7	14
3.0	16
3.5	22
4.0	26
4.5	28

Fuente: Catálogo Epiroc

i. Stembar

Es un elemento de acero de alta resistencia, usado para la conexión de la estructura del escariador y la columna de perforación. Diseñado para la resistencia de esfuerzos en la etapa del rimado. Este elemento es removible permitiendo reducir el volumen del movimiento de los elementos, se adapta a los diferentes diámetros de rimadora y es de fácil mantenimiento.

Figura 18 El Stembar

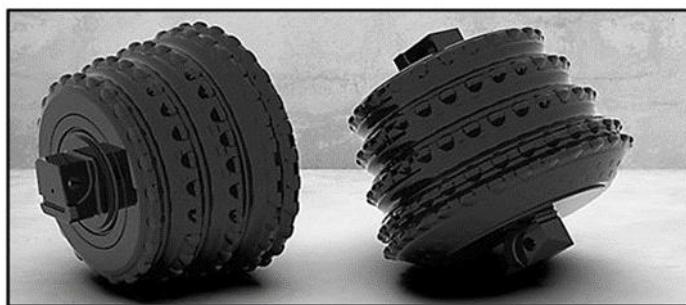


Fuente: Catálogo Epiroc

j. Cortadores

Este elemento produce la rotura y desgarre de la roca en la etapa de escariado. Se encuentra conformado de una carcasa exterior compuesto de filas de insertos de carburo de tungsteno, que tienen una diferente distribución de filas de acuerdo al diseño y modelo.

Figura 19 *Cortadores*

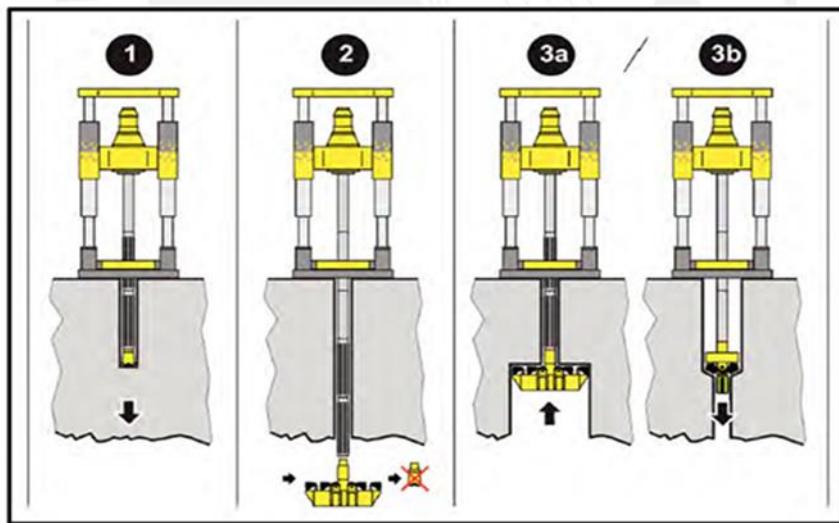


Fuente: Catálogo Epiroc

2.2.8. Perforación del Raise Boring

Es un sistema de excavación subterránea para chimeneas utilizado en la minería, el método se desarrolló en los años 50 en Estados Unidos. La técnica se utiliza para generar una labor vertical o inclinada en la masa rocosa, con el objetivo de utilizar como la extracción de mineral, ventilación o transporte de materiales, para el desarrollo se requiere dos o más niveles, porque el sistema realiza primero una perforación piloto que comunica entre dos niveles, usando una broca tricono, para que consecuentemente desde el nivel inferior se realiza el ensanchamiento de la labor mediante la cabeza rimadora o escariador. Los puntos diferentes o niveles deben ser subterráneos o el nivel superior en superficie.

Figura 20 Método de Perforación Raise Boring



Fuente: Catálogo Raise Boring

2.2.9. Preparación de la Cámara

Para la instalación y el estacionamiento del equipo raise boring se considera el siguiente proceso.

- Dimensión de cámaras

La dimensión de la cámara de instalación se inicia en el nivel superior, dependiendo del modelo del equipo raise boring y del diámetro de la sección final de la chimenea, considerando ello se considera el siguiente estándar:

Tabla 6 Dimensiones de la Cámara

Dimensiones estándares según modelo de equipo Raise Boring

Marca / Modelo	Altura (mt)	Área (mt)
Master Drilling RD-3-250	6,0	6 x 6
Robbins 73-R	7,5	6 x 6
Robbins 71-R	7	6 x 6
Robbins 61-R	6	6 x 6
Robbins 41-R	6	5 x 6
Robbins 43-R	6	5 x 6
Robbins 83-R	7,5	6 x 6

Fuente: Catálogo Raise Boring

La altura de la cámara depende del alcance máximo de extensión del cilindro hidráulico con una luz de un metro, para el diseño del área se tiene en cuenta la ubicación del equipo raise boring, la unidad de potencia, la unidad eléctrica, el panel de control y tránsito de los operadores; si las condiciones del abastecimiento del agua son insuficiente se debe considerar además una poza de bombeo para proporcionar la necesidad del agua, la ubicación de la camada de tuberías. Para el Pie de la cámara raise boring del nivel inferior se considera la dimensión de la cabeza rimadora.

Tabla 7 Ancho del pie del RB según diámetro del escariador

Ancho del pie del RB según diámetro de escariador	
DIÁMETRO DE ESCARIADOR (mt)	ANCHO IDEAL DEL PIE DEL RB
1.5	3.50
1.8	3.80
2.1	4.10
2.5	4.50
2.7	4.70
3	5.00
3.5	5.50
4	7
4.5	7.5
5	8
5.5	8.5
6	10
6.5	10.5
7	11

Fuente: Catálogo Raise Boring

2.2.10. Servicios de la Cámara

Se cuenta con los siguientes servicios:

- Disposición de cable de energía eléctrica, iluminación; el estándar en minería subterránea sugiere que el cableado eléctrico se ubica a 1.7 metros de la caja referente al piso, sobre alcayatas, con un transformador de la capacidad necesaria para que la unidad de poder reciba 450 Kva y 450 V ubicado a 150 m. como máximo del equipo RB con un cable eléctrico de 4 núcleos, con diámetro de 75 mm². para equipos pequeños y 95 mm². para el resto de los

equipos RB.

Para la cámara inferior del final se requiere la energía para el corte anillo y los trabajos de mantenimiento. Se considera la iluminación para la limpieza. Todo cable eléctrico debe estar codificado de acuerdo con el D.S. 024 EM 2016. Para actividades de mantenimiento considerar un punto de conexión para la máquina de soldar.

- Instalación de línea de agua y aire comprimido en la cámara superior, se deben instalar con el estándar de minería subterránea; donde los sistemas de tuberías de agua y aire se deben ubicar a 1.8 metros - 2 metros de la caja referente al piso y sobre alcayatas. También, para la línea de aire y agua se considera un diámetro de 2" a una distancia máxima de 15 m. del equipo RB, cada una de las instalaciones deben tener su válvula de bloqueo a una distancia de 15 m.

La presión del aire debe ser de 6 bares. Además del barrido el agua se usa para el sistema de enfriamiento, el cual se regula la carga de la poza de bombeo para la perforación de rimado y la inyección directa para a la columna de perforación. Se debe colocar la manguera de enfriamiento en la entrada del hoyo piloto.

- Poza de Bombeo, el agua es de vital para la perforación piloto por lo que se debe proveer de manera continua 65 m³ por hora, con una presión de 5 bares por bomba. En caso falta el abastecimiento se debe construir dos pozas de agua en la mina y tres pozas en superficie para recircular el agua y lograr su función.
 - El número de bombas de agua varía por las barras de perforación, la longitud a perforar y el diámetro del tricono.

- En superficie se debe de construir tres pozas de agua con dimensión 3 x 3 x 1.5 m. de capacidad de 16,000 litros cada poza.
- En interior mina se debe de construir dos pozas de agua con dimensiones 3 x 3 x 1.5 m. con una capacidad de 16,000 litros cada poza.
- La distancia entre la poza y el equipo no debe de ser mayor a 15 metros.
- El motor de la bomba de agua es de 75 HP, 460 V, 3500 rpm.
- El sistema de ventilación de la cámara raise boring debe mantener una temperatura adecuada libre de gases tóxicos con circulación de aire limpio y fresco necesarias por el número de operarios de la labor, dispuestos en el DS N° 024-2016-EM y su modificatoria en el DS N° 023-2017-EM.
- Cortina del Pie del RB o nivel final se instala una cortina para evitar la propagación del polvo generada en el proceso de perforación rimado y proteger la proyección de los detritus.
- La loza de concreto varia por el modelo de la maquina raise boring, se requiere una loza de concreto para asegurar la plataforma de soporte del equipo. La dimensión de la losa de concreto depende de la dimensión de la maquina RB a utilizar, se cementan sobre roca firme para evitar desplazamientos en el proceso debido a las vibraciones de la perforación. Como estándar se debe tener una loza de concreto con un espesor mínimo de 30 cm. con una resistencia de 25 Mpa. debe contar con una canaleta para eliminar el agua de retorno a la poza de bombeo en el desarrollo de la perforación piloto.

2.2.11. Traslado de máquina den subterránea mecanizada

Para equipos RB sin oruga se traslada con la maquina scooptram, su capacidad depende del tamaño y peso del equipo RB, unidad eléctrica, hidráulica,

longitud de tuberías de perforación y Cabeza Rimadora y escariador. Además, de las dimensiones de las labores de acceso a la cámara RB.

- Para trasladar el equipo RB el scooptram se posiciona la cuchara en el nivel del piso y se instala un punto de anclaje en la parte superior para el motor principal; luego se realiza el izaje mediante un tecle mecánico para apoyar la base del trineo sobre las vigas de anclaje. Seguidamente se ubica la cuchara del scoop debajo del Skip y se realiza el traslado en posición horizontal. Para la descarga se realiza en forma inversa posicionando sobre las vigas y luego se asegura a la cuchara mediante el izaje para estacionarlo de manera vertical.
- Para el traslado de las unidades eléctricas, hidráulicas se monta al scooptram con la cuchara al nivel del piso y se aseguran con estrobo y grilletes.
- Para trasladar las tuberías se llevan cantidades de acuerdo con el tamaño, diámetro y peso en la capacidad de cuchara del scooptram se trasladan apiladas en dirección horizontal.
- Para trasladar la Cabeza Rimadora se considera el diámetro del mismo, con diámetro superior a los 3.2 metros se realiza el desmontaje de la estructura.

2.2.12. Traslado para zonas subterráneas convencionales

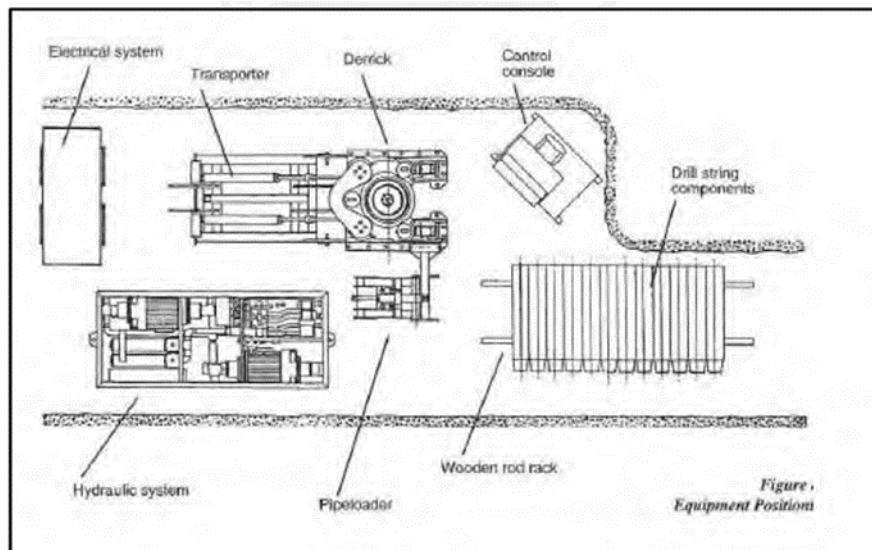
En minería convencional donde no se cuenta con equipos LHD, se utiliza la línea trolley con rieles y plataformas para poder trasladar, se mantienen sin energía durante las maniobras de carga y descarga. Para el trasladar la máquina RB se debe tener puntos de izaje, los cuales deben estar asegurados con grilletes y estrobo con capacidad variable de acuerdo con el tamaño y peso. En los puntos de carguío con la plataforma, deben estar anclados cáncamos a lo largo de las cajas y el techo, con dirección del Derrick del equipo y en dirección a la mesa de trabajo, luego se realiza el izaje mediante tecles mecánicos. En el proceso de

carguío se debe tener una comunicación efectiva; en zonas semi mecanizadas se utiliza el scooptram para ejecutar la carga y descarga a las plataformas, deben ser aseguradas y trasladadas con la locomotora.

2.2.13. Instalación y Posicionamiento

En la instalación del equipo, de las mangueras hidráulicas y cables eléctricos se sigue la recomendación del manual del equipo por cada modelo de equipo RB, para la ubicación de los elementos en la cámara se considera la siguiente distribución:

Figura 21 *Instalación y Posicionamiento*



Fuente: Manual de Operadores

2.2.14. Nivelación Topográfica

Se debe considerar cuatro puntos mediante un nivel topográfico digital verificando que los puntos lleguen a un nivel 0, horizontal, si se tiene alguna diferencia en milímetros de los puntos se va generar una mayor desviación en proyectos de grandes longitudes.

2.2.15. Perforación Piloto

Consiste en el proceso de la perforación en forma descendente se

considera los siguientes elementos:

- Anillo de empate.
- El bit sat con su válvula check.
- La broca trícono.
- Llave de Trícono en forma de trébol.
- Tres anillos calibradores.
- El Anillo de empate debe ingresar perfectamente en la mesa de trabajo.

2.2.16. Inicio de Empate

Se inicia la perforación del piloto con dimensión de 2 m a 6 m, se utiliza rotación y empuje para generar una dirección del ángulo del proyecto se divide en etapas:

Collareo; Es la penetración inicial a la loza controlando la inclinación, se utilizan tuberías de inicio el starter pipe y tuberías guía el starter bushing son los que proporcionan estabilidad en el momento del empalme. Las tuberías de inicio o guías generan el barrido del detritus por la trituración de la broca trícono, además en estos procesos se utiliza una rotación lenta con una menor presión para obtener una posición adecuada, el inicio del piloto es muy importante, pues de este depende la precisión final del proyecto, su posición y la dirección. Estos parámetros están asociados a:

- Condición geológica, litológica y estructural, por sus características puede generar desviación por la variación de la dureza de la roca o un atascamiento por desgaste del trícono y pérdida del retorno de agua por presencia de fallas.
- Presión inadecuada por un exceso de presión de la columna de tuberías va generar desviación.
- Uso de broca inadecuada.

- Bomba de agua inadecuada, capacidad insuficiente genera atascamiento por no tener la evacuación de detritus.
- El piloto se ejecuta de manera descendente y es variable en sus diámetros de acuerdo con la dimensión de las tuberías a utilizar.

2.2.17. Barrido

Es la eliminación de detritus que se generan en el proceso de la perforación del piloto, para el barrido se requiere agua proveniente de un pozo de bombeo con un caudal de 150 GPM, generalmente se utiliza un sistema de retorno o recirculación evitando el consumo excesivo del recurso. Para controlar el flujo adecuado de agua, se debe tener una altura del agua de 10 a 15 cm. desde la superficie de la losa.

2.2.18. Desvíos

Se tiene desviaciones en la columna de perforación por diferentes parámetros como estructura de la masa rocosa con fallas o fracturas, exceso de presión, broca con desgaste excesivo o mala calidad. Estos son controlables al identificar el cambio repentino del torque, amperaje, el sonido de perforación. Un desvío requiere un proceso de desquinche para reubicar la columna, como resultado se obtiene un daño prematuro de las tuberías, pérdidas y penalidades económicas. Los desvíos permisibles en longitudes considerables son del 1% de la longitud total del taladro, para proyectos de menor longitud o con inclinación de 90° es del 0.5%.

2.2.19. Comunicación del Piloto

La comunicación del piloto sucede cuando la broca rompa la superficie final del nivel inferior del proyecto, en el desarrollo de debe considerar con la instalación de una cortina para evitar la polución y barrera. Una vez comunicado

la columna del piloto se desembona el bit roller mediante llaves de desacople y recorta el anillo de sacrificio con oxicorte.

2.2.20. Comunicación de la Cabeza Rimadora

Es el cambio de la broca triconica por el escariador para ejecutar el ensanchamiento de la labor; en el proceso se debe considerar que se tenga las condiciones de dimensión y área para evitar sobretiempos, En el embonado o conexión de la cabeza rimadora se cuenta con radios, teléfono, para zonas donde no hay cobertura se utiliza los toques por la columna de barras mediante una comba:

Toque 1: Parar

Toque 2: Bajar

Toque 3: Subir

Toque 4: Rotación derecha

Toque 5: Rotación izquierda

Toque 6: Torque

Toque 7: Problemas

Toque 8: Cabeza rimadora embonada.

Luego de la comunicación por toques el operador de la cámara superior debe, esperar unos 30 segundos para realizar maniobras de torque, para que los operarios del pie o cámara inferior conserve su distancia de seguridad; seguidamente, con el scooptram se acerca la cabeza rimadora a la columna, se verifica la necesidad de subir o bajar la columna en lo necesario para que el operador del scooptram maniobre y de un ángulo aproximado al Stembar de la cabeza rimadora. Una vez embonado la cabeza rimadora, el scoop se retira y el líder mediante toques ordena recuperar la columna e iniciar con el escariado.

2.2.21. Perforación del Rimado

Es el proceso de ensanchamiento de la labor, donde se trabaja con corte y empuje de forma ascendente. En el desarrollo se controla el avance en relación con la rotación y empuje proporcionado. También se debe tener control del tipo de corte verificando la correcta distribución, trabajo de los cortadores y la cantidad de carga que se está generando.

2.2.22. Limpieza del Pié de la Labor

Comprende la eliminación de detritus generados por la perforación del rimado de la parte inferior del proyecto, con el scooptram. Para la limpieza se requiere:

- Paralizar el proceso de perforación rimado
- Esperar que menore el nivel de polución
- Ejecutar una apertura de la cortina.
- Ejecutar la limpieza con un scoop con telemundo.
- Se debe controlar el nivel de carga existente en el pie, considerando la dimensión de la cámara y el avance.

2.2.23. Culminación y Colgado de la Cabeza Rimadora

Una vez culminado el proceso del rimado se ejecuta el retiro de cabeza rimadora, para ello se considera:

- Bajar la columna de perforación para retirar el escariador en la parte inferior de la chimenea. Se deja un pequeño pilar de roca no excavada, máximo de tres metros esto depende del tamaño del escariador y la calidad de la masa rocosa.
- También se puede ejecutar la comunicación completa de la chimenea y luego realizar el colgado de cabeza rimadora, se debe montar la estructura del

escariador sobre las vigas de anclaje mediante elementos de izaje.

2.2.24. Bloqueo de Chimenea

Para el bloqueo de la chimenea se debe retirar todos los componentes del equipo también, se debe retirar las vigas de anclaje; de acuerdo con el tamaño de la chimenea se instala una parrilla de acero para evitar la exposición directa a la labor, además colocar la barrera rígida en el acceso a la cámara.

2.2.25. Reglamento de Seguridad y Saludo Ocupacional en Minería – DS 024

En el Capítulo 1, título 4, artículos del 234 al 243, el subcapítulo perforación y voladura. Considera el control de la perforación los parámetros que se deben tener al ejecutar la actividad del ciclo estas son:

- a) Para iniciar la perforación la labor debe estar ventilado, regado, desatado, limpio y sostenido.
- b) Verificar el frente de tiros cortados o tiros fallados. Al encontrarse se debe recargar y disparar con todas las medidas de seguridad del. Nunca perforar sobre o al lado del tiro cortado.
- c) Verificar que el sostenimiento; pernos de roca, malla, hormigón, postes, tirantes, blocks, entablado, en rejado no estén movidos por un disparo anterior. Si esto se nota deben ser asegurados inmediatamente.
- d) En el proceso de perforación, el operario y ayudante están deben verificar permanentemente si hay rocas sueltas para eliminarlas.
- e) Los taladros que limitan la excavación, techo y cajas, deben ser en forma paralela a la gradiente de cualquier labor usando una menor cantidad de explosivo así evitar sobre roturas en el contorno de la labor.

2.2.26. Riesgos de la Actividad de Perforación

Los riesgos varían por el tipo de equipo que se utiliza, pueden ser

maquinas manuales o mecanizadas. Pueden ocurrir aplastamientos o golpes de partes móviles, la radiación en caso de que una persona reciba el láser de posicionamiento del equipo, los sobresfuerzos, el manejo manual de cargas, las posiciones incómodas, el contacto con electricidad, la proyección de partículas, el ruido, la vibración, la explosión, el atrapamiento de miembros, la exposición a gases. los aplastamientos o golpes por partes móviles, las superficies calientes y la radiación en caso de que una persona reciba el láser de posicionamiento del equipo. Las medidas preventivas que se deben tener en cuenta en este ciclo:

- Revisión previa de la maquina perforadora y sus elementos acoples, mangueras y la presión con la que llega el aire comprimido.
- Operador debe tener el equipo firmemente y ubicar en lugar estable.
- Utilizar las barras y brocas de acuerdo con el tipo de roca.
- Controlar el desgaste del bit para no tener un rendimiento bajo del equipo, ya que aumenta el ciclo y la exposición del operador es mayor.
- Una adecuada longitud del barreno y diámetro para la perforación
- No presionar demasiado la barra para evitar que se rompa o fatigue.
- Controlar el barrido de detritus para evitar exposición al polvo por parte de los operarios.
- No perforar en huellas de taladros anteriores que pueden contener restos de explosivos que puedan generar una detonación.
- Uso completo y correcto de EPPS de los operarios.
- Realizar el desate del frente y techo al culminar la perforación.

Tabla 8 Relación de riesgos entre la perforación convencional y mecanizada

Objeto a comparar	Convencional	Mecanizado
Seguridad	Sistema menos seguro en la zona y frente de trabajo	Sistema más seguro por registro de menor número de accidentes
Almacenamiento y manipulación de explosivos	Mayor uso de explosivos, de mayor probabilidad de accidentes graves	Se evita riesgos de accidentes
Instalación de sostenimiento	Sistema de sostenimiento puede instalarse en zonas no protegidas	El sistema de sostenimiento se instala desde zonas protegidas
Ambiente de trabajo	Gases tóxicos	Polvo
Principal riesgo de seguridad	Manipulación de explosivos	Cambio de broca
Ruido y vibración	Alto	Significativamente bajo
Impacto ambiental	Mas difícil de aceptar	Mas fácil de aceptar
Evitar la contaminación	No posible	Reducción potencial

Fuente: Departamento de Perforación y Voladura

2.3. Definición de términos

Técnica

Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una actividad minera, procesos, métodos, sistemas, tecnología, ciencia.

Trituración

Acción o efecto de descomponer la roca. Acción de fraccionar un entero en partes.

Seguridad

Protección a riesgos y peligros externos que son efectos negativos en la calidad de vida de la persona; El criterio para determinar el grado de seguridad se debe contar con algún grado de subjetividad.

Tiro fallado

Mal resultado de una voladura, pueden ser que el explosivo no detono en

un conjunto de taladros. Es un peligro de alto riesgo que requiere un tratamiento estandarizado e implementar controles para evitar estos resultados.

Voladura

Es un proceso que tiene como objetivo fragmentar la masa rocosa utilizando explosivos industriales, proceso de la minería.

Frente de Trabajo

Es una labor de trabajo donde se ejecutan procesos y actividades de avance y desarrollo en la minería.

Riesgo

Es una probabilidad de que un peligro se consolide mediante ciertas condiciones, causando daños a los operarios, medio ambiente o equipos.

Granulometría

Medida de la roca triturada o mineral, se controla para que su limpieza y transporte sea eficiente, es resultado de una voladura con objetivos de tratamiento metalúrgico o transporte.

Productividad

Se cumple estándares para tener una eficiente calidad de la explotación del mineral con un costo mínimo de un tonelaje determinado.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Con la aplicación del sistema raise boring se mejora los resultados de la ejecución de chimeneas en la mina Alpayana S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Con la aplicación del sistema raise boring se minimiza el tiempo de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.

- b) Con la aplicación del sistema raise boring se mejora el medio ambiente de la zona de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.
- c) Con la aplicación del sistema raise boring se mejora el costo de productividad de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.

2.5. Identificación de variables

Variable dependiente:

X: Aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana.

Variable independiente:

Y: Mejorar los resultados de la ejecución de chimeneas de la mina Alpayana.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 9 Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana	La aplicación del sistema de raise boring en el proceso de ejecución de chimeneas subterráneas permite mejorar los resultados en el tiempo de ejecución de los avances, mejorar el medio ambiente de la zona de operaciones, permite mejorar el costo de productividad; estos resultados se logran con el uso de la maquina raise boring ya que mediante el equipo mecanizado se elimina el uso de explosivos	Instalación del equipo RB en la cámara	Tiempo	día
			Mantenimiento	Tiempo	Día
			Desinstalación del equipo RB.	Tiempo	Día
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Mejorar los resultados de la ejecución de chimeneas de la mina Alpayana	Cuando se aplica el sistema raise boring de manera eficiente cumpliendo con la técnica y estándares en el proceso de ejecución de las chimeneas subterráneas se mejoran los resultados del tiempo de culminación de un proyecto, también se mejora el medio ambiente de la zona de operaciones, los costos de productividad mejoran; logrando que el proceso de chimeneas se ejecuten en menor tiempo y menor cantidad de personal la eliminación del consumo de explosivos mejora el ambiente de trabajo, se mejora el costo de productividad en resultados de la ejecución de chimeneas	Ejecución de la chimenea	Piloto	Número de días
				Rimado	Número de días
			Medio ambiente	Gases	Microgramos/ m3.
				costo	Dólares

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Según Mallma Perez (2022), la investigación aplicada se centra en la solución de problemas específicos o en la aplicación práctica del conocimiento y abordar situaciones concretas. Su enfoque está orientado a la acción para generar resultados prácticos y aplicables de manera real. La investigación aplicada se lleva a cabo en diversos campos, como la industria, la tecnología y la ingeniería, el objetivo principal es mejorar procesos, situaciones existentes.

De acuerdo con el artículo la investigación es de tipo aplicada; se enfoca en abordar dificultades concretas y reales en minería, de manera específica de la investigación en la unidad minera Alpayana. el objetivo principal es resolver desafíos operacionales, observables y prácticos de procesos de la ejecución de chimeneas.

3.2. Nivel de investigación

Mallma Perez (2021, p. 90), Los proyectos descriptivos desempeñan un

papel fundamental en la investigación, ya que proporcionan detalles y sistemas de los fenómenos que se investigan. Mediante la recopilación y análisis de datos, los estudios buscan enumerar características, propiedades, comprender cómo se relacionan las variables y cómo influyen en los fenómenos. Al basarse en hipótesis, el investigador puede estructurar estudios descriptivos de manera precisa, enfocado en aspectos relevantes de los temas que está investigando.

Por el artículo descrito la investigación es de nivel descriptivo - explicativo la cual representa un nivel intermedio, por la forma de recopilación de datos y la generación de conocimiento sustancial. La investigación va más allá de la descripción de actividades, ya que se busca comprender y explicar las relaciones de variables y cómo influye en el resultado final. El enfoque permite la formulación de hipótesis previas que se someten a prueba mediante la recopilación y análisis de datos. Al combinar la descripción con el análisis explicativo, la investigación proporciona una visión más completa y profunda de las actividades estudiadas, lo que contribuye significativamente al avance de las operaciones mineras.

3.3. Métodos de investigación

Mallma Perez (2022). El método científico se utiliza como un concepto que ayuda a garantizar la objetividad y la confiabilidad en la investigación. El método científico genera la creatividad y la innovación al tener una estructura para el descubrimiento de nuevos resultados y teorías. Es un proceso dinámico que impulsa el avance del conocimiento en diferentes disciplinas.

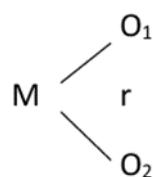
Por el artículo anterior el método de la investigación es científico, cuantitativo; se utilizó como herramienta esencial en la investigación, proporcionando un enfoque sistemático y estructurado para abordar preguntas,

problemas y resultados mediante un proceso ordenado que sirvió de guía para la observación, la formulación de hipótesis, recolección de datos, el análisis y la obtención de conclusiones basadas en hechos reales.

3.4. Diseño de investigación

Se ha utilizado el diseño de la investigación correlacional con el objetivo de analizar la relación de las variables específicas: la aplicación del sistema raise boring en la construcción de chimeneas de la minera Alpayana. La elección del diseño nos permitió investigar la existencia de una correlación de la aplicación del sistema de perforación y su eficiencia en la construcción de las chimeneas. Al recopilar y analizar datos específicos se demuestra que el uso de la técnica de este equipo es positivo o negativo en el tiempo y la calidad de desarrollar estas estructuras. Los resultados del estudio proporcionaron información valiosa para tomar decisiones en la minera.

Las variables y su relación se representan como M a la muestra o de datos que se recopilo y analizo en el estudio. O1 determina la variable independiente, que es el factor que manipula para verificar su efecto en la otra variable. O2 representa a la variable dependiente, es la que se ve influenciada por la variable independiente y r simboliza la relación que se establece entre las dos variables, es decir si tienen una correlación u otro tipo de vínculo entre ellas. Gráficamente lo representamos:



3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está representada por la ejecución de chimeneas de diferentes diámetros con el sistema raise boring, en la minera Alpayana

3.5.2. Muestra

La muestra está representada por la ejecución de la chimenea 660 Norte con el raise boring del nivel 16 - 18 considerando el diámetro 2.5 m. de la minera Alpayana.

3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas utilizadas

Búsqueda y recopilación de información

Se buscó los archivos de información de ejecución de chimeneas con la jaula trepadora y raise boring de las empresas TUMI y OISA.

Observación insitu

Se realiza observaciones insitu recopilando información real de los procesos de ejecución de chimeneas con raise boring en forma directa en los diferentes frentes.

Información textual y virtual

Se utilizó la bibliografía de textos, artículos de internet con respecto a los fundamentos del sistema raise boring en minería para excavaciones el conocimiento científico referente a la maquina del raise boring.

Instrumentos de recolección de datos

Materiales

- Informe geo mecánico del área de laboreo
- Mapeo geo mecánico de la zona

- Reporte de base de datos de la chimenea piloto
- Reporte de base de datos del rimado

Equipos

- Laptop
- Equipo para el control de gases
- Instrumentos del raise boring
- Sensores
- Cámara fotográfica
- Cronómetro.

Software

- Excel.

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

La recolección de toda la información fue insitu se relacionó informes anteriores y actuales para procesar el presente estudio; se administró los datos tomados en la labor durante el proceso para su evaluación.

Los análisis de tiempos se validan mediante los registros tomados en la zona de procesos de la maquina raise boring, los resultados fueron supervisados con por los encargados del área.

Los datos se tomaron en tiempo real. Todo resultado y conclusión del estudio fueron coordinados con el departamento de planeamiento y dado la conformidad por los responsables del área.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El proceso y análisis de datos se efectuó con la aplicación del Microsoft Excel, con la base de datos de cada una de las variables y el resultado final se presenta en tablas y gráficos dinámicos.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el análisis y la presentación de resultados se utilizó histogramas y otros gráficos estadísticos del Microsoft Excel y el software de SPSS.

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica

El desarrollo del estudio de la tesis es singular, inédita se procesó con los fundamentos de la ética profesional, valores y principios pertinentes que una investigación debe procesarse. El estudio de campo es el resultado de los procesos y seguimiento realizado en las labores de la unidad minera.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Proyecto CH660N – Nivel 16 - 18

Para el desarrollo del Proyecto RB CH 660 N en el nivel 16 - 18, se ejecutó la chimenea con el equipo raise boring con las siguientes características:

Tabla 10 *Características del proyecto raise boring*

Datos Operativos del Proyecto RB CH660N Nv 16 – 18

Diámetro de Chimenea	2.5 mts
Longitud Topográfica	110.10 mts
Longitud del Proyecto	108.80 mts
Inclinación	85°00'00"'

Fuente: Área de Planeamiento

En la ejecución del proyecto se utilizó el raise boring Robbins 45 RAC

4.1.2. Proceso del Proyecto RB CH 660N – Nivel 16 - 18

Para la ejecución del proyecto se tuvo el siguiente proceso:

A. Preparación y traslado

Esta parte del proceso comprende la culminación de dimensiones de la cámara, instalación de servicios y condiciones para el traslado del equipo, traslado de los componentes y accesorios. Para el traslado de los elementos desde un proyecto a otro primeramente se inicia con el equipo por sus dimensiones, luego se traslada la unidad eléctrica e hidráulica, se culmina con los demás elementos de estandarización, las tuberías de perforación, bomba y otros. El traslado y las instalaciones debe ser óptima y eficiente, se considera en horas neutras.

Tabla 11 Fase de Preparación y Traslado

Fase	Preparación y Traslado	
Fecha	10/02/24	11/02/2024
TD	Se realiza el traslado de máquina RB del Nv.21 al Nv.18. Se retira escariador y vigas de RB411.	Se realiza plataforma de poza de bombeo en CH660N Nv. 16
TN	Se traslada vigas a la CH660N y se realiza perforación de taladros de servicio	Se realiza traslado de Unidades de poder (Pack Eléctrico e Hidráulico). Se realiza la instalación de Tecle de 10 Ton para izaje del equipo

Fuente: Área de planeamiento

Figura 22 Preparación del RB



Fuente: Área de planeamiento

B. Instalación y Estandarización

Esta fase comprende la instalación de los elementos de acuerdo con el estándar de la cámara, la ubicación de los elementos auxiliares y las conexiones de los servicios de cables eléctricos y mangueras hidráulicas. Para este proceso debe estar instalado la placa base sobre la losa, se provee un tecle de 10 Tn. sobre la corona o también se realiza con el scoop.

Tabla 12 Instalación y Estandarización

FASE	Instalación y estandarización
Fecha	12/02/24
TD	Se inicia la instalación de la máquina RB y componentes en la CH660N Nv. 16
TN	Se culmina la instalación y estandarización de CH660N Nv. 16

Fuente: Área de planeamiento

Figura 23 Estandarización del RB



Fuente: Área de planeamiento

C. Nivelación y pre-empate de perforación del piloto

En esta fase se da la inclinación y nivelación al equipo de acuerdo con el proyecto de 85° con el levantamiento topográfico. Luego, se inicia la prueba del piloto, donde se calibran todos los elementos de inicio con el objetivo de medir el desgaste de los tungstenos al culminar el proyecto, se prueba la bomba con el caudal requerido, se prueba el equipo el giro e izaje para iniciar la perforación de pre-empate realizando la perforación con una revolución baja y presión controlada evitando desvíos significativos para el punto de comunicación.

Tabla 13 Fase de Nivelación y Pre-empate

FASE	Nivelación, Pruebas y Pre-empate Piloto
FECHA	13/02/24
TD	Se realiza pruebas en vacío y se instala sistema de barrido para la máquina 45RAC. Se realiza nivelación topográfica de máquina RB y se inicia con la perforación de empate Piloto. ($Av = 2.02$ mtrs – $Ac = 2.02$)
TN	Se continúa con la perforación Empate Piloto ($Av=5.06$ mtrs – $Ac = 7.08$)

Fuente: Área de planeamiento

Figura 24 Nivelación Topográfica



Fuente: Área de planeamiento

D. Perforación Piloto

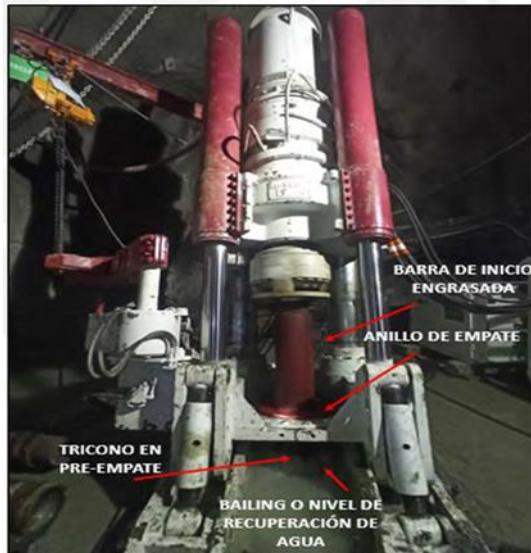
En esta fase se inicia la perforación a los 6 metros de profundidad, varia la rotación de lenta a rápida, de 12 RPM A 40 RPM y se inicia las pruebas de penetración con mayor presión a 450 MPa. Se van tomando medidas de avance cada 6 minutos, el avance debe ser mayor a 6 centímetros en 6 minutos. También se controla el nivel de retorno del agua se debe tener de 10 a 15 cm. de altura y se observa la calidad de detritus mediante el tipo de corte y roca que se esté atravesando. En esta fase el personal debe ser más cuidadoso, por la existencia de una evacuación de detritus permanente y por el avance que va aumentando. Estas variables varían de acuerdo con el tipo de terreno, por lo que se debe realizar pruebas para lograr el avance óptimo, si se realiza la penetración con baja presión se tiene un avance ineficiente y un desgaste prematuro de la broca trícono y si se realiza con una presión alta se tendrá mayor avance, pero el riesgo es el desvío.

Tabla 14 Fase de la Perforación Piloto

FASE	Perforación Piloto		
FECHA	14/02/2024	15/02/2024	16/02/2024
TD	Se continúa con la perforación Piloto (Av= 15.14 m – Ac=22.22)	Se continúa con la perforación Piloto (Av= 15.17 m – Ac=54.1)	Se continúa con la perforación Piloto (Av= 16.48 m – Ac=87.43)
TN	Se continúa con la perforación Piloto (Av= 16.71 m – Ac=38.93)	Se continúa con la perforación Piloto (Av= 16.69 m – Ac=70.79)	Se continúa con la perforación Piloto (Av= 18.2 m – Ac=105.63) / Se realiza traslado de Escariador a pie del RB. Se habilita cámara con cortina para la polución y bloqueo rígido

Fuente: Área de planeamiento

Figura 25 Inicio de la Perforación Piloto



Fuente: Área de planeamiento

E. Comunicación del Piloto

En esta fase se está próximo a comunicar la chimenea en el nivel inferior conocido también como pie del RB. Para la comunicación se realizan trabajos previos uno de ellos es el levantamiento topográfico que marcará el punto de comunicación, se bloquea la zona de comunicación por seguridad, se instala avisos de atención a la comunicación, se instalan servicios en el Pie del RB como luminarias, cortina para polución, y bloqueo rígido.

Figura 26 Comunicación del Piloto



Fuente: Área de planeamiento

F. Conexión de la Cabeza Rimadora

En esta fase se tiene la cámara con el cumplimiento de todos los estándares. Se debe verificar que el escariador haya tenido el mantenimiento adecuado del reamer profile, engrasado de cortadores; En el punto de comunicación, se debe tener una superficie lo horizontal posible, se evita protuberancias en la zona de la corona, con el fin de evitar un sobreesfuerzo de los cortadores.

Tabla 15 Fase de instalación del escariador

FECHA 17/02/24

TD	Se continúa con la perforación Empate Piloto ($Av=7.0-8$ mtrs - $Ac=112.71$) y se realiza destorque de trícono. Se calibra trícono para saber nivel de desgaste.
TN	Se realiza maniobras de embonado de cabeza rimadora para iniciar la perforación del rimado y se termina de habilitar el pie del RB.

Fuente: Área de planeamiento

En la figura 27 se puede observar condiciones de superficie para instalar el escariador.

Figura 27 Instalación del Escariador



Fuente: Área de planeamiento

G. Perforación del Rimado

En esta fase se realiza el ensanchamiento de la chimenea con diámetro 2.5 m. En la operación se controla la presión, la rotación y el avance; Permanentemente se realiza el control y pruebas de avance cada seis minutos para lograr un mejor avance sin tener sobreesfuerzos o fatiga prematura a los elementos. Al inicio de la fase se verifica el corte del escariador, asegurando que se tenga una correcta distribución de los cortadores, tal que se evite desgastes prematuros y sobreesfuerzos de algunos que otros cortadores. Como otro aspecto es considerar el perfil estructural del área de operación para controlar la presión que se debe aplicar. Finalmente se controla el

volumen de carga que se genera durante el proceso, para programar un ciclo óptimo de limpieza evitando los tapones que pueden ocasionar pérdidas en el proceso. En la figura 28 se puede observar la perforación del rimado.

Tabla 16 Perforación del Rimado

FASE		Perforación Rimado									
FECHA	18/02/22	19/02/22	20/02/22	21/02/22	22/02/22	23/02/22	24/02/22	25/02/22	26/02/22		
TD	Se inicia la perforación rimado (Av= 3.62 mtrs - AC=3.62)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 5.59mtrs AC=14.03)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 9.4mtrs AC=28.89)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 7.58 mtrs AC=28.89)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 9.69 mtrs AC=41.93)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 9.12 mtrs AC=59.21)	Se continúa con la perforación Rimado (Av=6.43mtrs AC=75.66)	Se continúa con la perforación Rimado (Av=6.81mtrs AC=100.78)	Se continúa con la perforación Rimado (Av=3.44mtrs AC=112.71).	SE COMUNICA CHIMENA Y REALIZA EL COLGADO DE CABEZA	
TN	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 4.46mtrs AC= 8.08)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 5.46mtrs AC=19.49)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 5.46mtrs AC=34.35)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 7.59 mtrs AC=49.52)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 7.33 mtrs AC=66.54)	Se continúa con la perforación Rimado (Av= 5.73 mtrs AC=81.39)	Se continúa con la perforación Rimado (Av=6.15mtrs AC=93.97)	Se continúa con la perforación Rimado (Av=8.49mtrs AC=109.27)	SE INICIA CON LA DESINSTALACIÓN DE LA CM PARA INICIAR CON EL TRASLADO		

Fuente: Área de planeamiento

Figura 28 Perforación del Rimado



Fuente: Área de planeamiento

H. Comunicación de Chimenea

Esta fase se inicia desde los tres metros faltantes para la comunicación de la chimenea que llega a ser el puente de comunicación. Para el diámetro de la labor del proyecto se utilizó vigas de anclaje que fueron instaladas debajo de la placa base. Con el objetivo de evitar el contacto del escariador con la losa de concreto se genere un desplazamiento ocasionando un accidente. Cerca de la comunicación de la chimenea se utiliza una baja presión para poder realizar el control del proceso.

I. Colgado de Cabeza Rimadora

En esta fase de post comunicación de la labor se instalan estrobo y grilletes al contorno de la porta cutter y se colocan sobre las vigas de anclaje, operación que permite liberar el stembar del estabilizador y poder realizar la desinstalación de los elementos del proyecto. Se considera que para realizar el destorque o liberación del escariador se procede al corte del anillo de sacrificio, que se instaló al iniciar el rimado. Se puede observar en la figura 29.

Figura 29 Colgado de Cabeza Rimadora



Fuente: Área de planeamiento

J. Desinstalación

Concluido el proyecto, se procede a la desinstalación del escariador, priorizando que los elementos menores primero se trasladen a una estocada cercana con el objetivo de poder retirar el equipo raise boring trasladando para su instalación en la primera fase del siguiente proyecto. Se puede observar en la figura 30.

Figura 30 Desinstalación del Escariador



Fuente: Área de planeamiento

4.2. Presentación Análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Presentación de sistemas de ejecución de chimeneas

En los siguientes cuadros se presenta los rendimientos:

A. Avances del equipo Raise Boring

De acuerdo con la presentación del trabajo de campo se obtuvo los siguientes avances:

Tabla 17 Diferencia de los Tipos de Iniciación

Longitud del proyecto (m.)	Traslado, Instalación estandarización (Jornadas)	Perforación Piloto (Jornadas)	Perforación rimado (Jornadas)	Total, de Jornadas	Nº Jornadas x día	Nº Días
112.7	4	9	17	30	2	15

Fuente: Área de planeamiento

B. Avances del equipo de jaula trepadora

Tabla 18 Avances del Alimak

Longitud del proyecto (m.)	Traslado, Instalación estandarización (Jornadas)	Perforación chimenea (Jornadas)	Total de Jornadas	Nº Jornadas x día	Nº Días
100	10	50	60	2	30

Fuente: Área de planeamiento

C. Factibilidad de ejecución de chimeneas

Cada sistema de ejecución de chimeneas con la aplicación del raise boring y el sistema de la jaula trepadora, cada uno tiene una diferente factibilidad para este proceso en el cuadro siguiente se presenta las condiciones en cuanto a la verticalidad considerando la estabilidad de la dirección de la labor, la alteración que genera al macizo rocoso producto del proceso del proyecto, la influencia de la existencia de aguas subterráneas por

cada sistema y el sostenimiento requerido mediante la trituración o con el uso de explosivos.

Las condiciones se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 19 *Condiciones de Ejecución*

FACTIBILIDAD DE EJECUCIÓN DE SISTEMAS EN CHIMENEAS		
COND.	RAISE BORING	ALIMAK
ALTERACIÓN VERTICALIDAD	Se control a mediante el inicio correcto del Piloto, además de la rotación	Puede ajustarse resultando precisa en verticalidad
AGUA SUBTERRÁNEA	Genera superficie uniforme, levemente alterada	Al realizar su avance por métodos explosivos, genera alteración del macizo rocoso.
SOTENIMIENTO	Se realiza controles de penetración a partir del perfil estructural para longitudes mayores a 100 m.	Se requiere tratamiento previo a partir de los perfiles estructurales.
	Se usualmente utiliza en chimeneas destinadas a piques.	Requiere plataforma de sostenimiento en rocas de baja calidad.

Fuente: Área de planeamiento

D. Costos de operación del Proyecto RB CH660N

Para la ejecución del proyecto se tuvo los siguientes costos:

Tabla 20 Costo Unitario Raise Boring

ANÁLISIS DE COSTOS DE LA CHIMENEA RB CH660N						
Item	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Pu US\$	Parcial	US\$/ Mt
Mano de obra	Op. Raise Boring	10	HH	3.07	30.7	
	Asistente Raise Boring	10	HH	2.41	24.1	
	Electromecánico	5	HH	3.5	17.5	
	Supervisor RB	5	HH	3.5	17.5	
	Ing. Seguridad	5	HH	4.61	23.03	
Sub Total					112.83	
Materiales y herramientas	Broca Trícono	10	pp	1.67	16.7	
	Tuberías	72	unidad	1.20	86.4	
	Perforación					
	Estabilizadores	2	unidad	2.1	4.2	
	Escarriador	10	pp	2.48	24.8	
	Cortadores	33	pp	6	198	
	Aditivos	1	global	100	100	
Sub Total					440.30	
Implementos	Seguridad normal	12	unidad	0.99	11.96	
	Sub Total				11.95	
Equipos y Maquinaria	Robbins 45 RAC	1	pp	3.58	71.6	
	Cargador de Lámparas	35	hm	0.17	5.95	
	Camioneta	2	hm	6.5	26	
	Limpieza con Scoop	1	hm	40	120	
	Unidad Eléctrica 500 CFM	1	global	20	10	
Sub Total					233.60	
Mantenimiento RB	Robbins 45 RAC	1	global	250	250	
Sub Total					250	
Costo Directo					1048.70	
Gastos Generales					15% 157.30	
Utilidad					10% 104.90	
Costo Total por metro					US\$/ Mt 1310.90	

Fuente: Área de planeamiento

E. Costos de operación de la jaula trepadora Alimak

De acuerdo con los informes de la construcción de una chimenea de 100

m. con una sección de 2.5 x 2.5 con la jaula trepadora alimak se tiene:

Tabla 21 Costo Unitario de la Jaula Trepadora

DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANTIDA D	PRECIO US\$/m	PARCIA L US\$/m	TOTAL US\$/m
1.- MANO DE OBRA:					
<i>Líder Alimak</i>	HH	6.00	8.00	48.00	
<i>Operario Alimak</i>	HH	6.00	4.60	27.60	
<i>Valvulero Alimak</i>	HH	6.00	4.00	24.00	
<i>Mecánico</i>	HH	2.00	4.10	8.20	
<i>Bodeguero</i>	HH	3.00	3.50	10.50	
<i>Leyes sociales 65%</i>				118.30	236.60
2.- EQUIPO DE PERFORACIÓN:					
<i>Barra cónica de 2"</i>	M	21.35	0.30	6.41	
<i>Barra cónica de 4"</i>	M	21.35	0.32	6.83	
<i>Barra cónica de 6"</i>	M	21.35	0.41	8.75	
<i>Barra cónica de 8"</i>	M	21.35	0.45	9.61	
<i>Broca descartable</i>	M	85.40	0.13	11.10	
<i>Manguera de jebe lona 1/2", 100 psi</i>	M	0.20	2.50	0.50	
<i>Manguera de jebe lona 1", 100 psi</i>	M	0.20	4.50	0.90	
<i>Plataforma Alimak de 0-150</i>	HM	6.00	64.00	384.00	
<i>Perforadora stoper</i>	HM	2.00	10.00	20.00	
<i>Compresora de 700 CFM</i>	HM	2.00	40.00	80.00	528.10
3.- EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS:					
<i>Emulsión</i>	Kg	22.81	1.91	43.57	
<i>Fanel</i>	U	31.00	1.42	44.02	
<i>Pentacord 3P</i>	M	9.00	0.17	1.53	
<i>Fulminante eléctrico</i>	U	2.00	0.38	0.76	
<i>Cable de disparo</i>	M	1.00	1.50	1.50	91.38
4.- OTROS:					
<i>Lámparas mineras</i>	U	5.00	0.90	4.50	
<i>Implementos de seguridad</i>	TAR	2.06	2.9	5.97	
<i>Herramientas manuales % MO</i>	%	5.00	11.83	59.15	69.62
<i>Mantenimiento</i>	U	2	45.00	90.00	90.00
TOTAL, COSTO POR METRO					1015.70

Fuente: Área de planeamiento

4.2.2. Análisis e interpretación de la ejecución de chimeneas

A. Rendimiento de los equipos de ejecución de chimeneas

Los rendimientos del RB en relación con la jaula trepadora son

variables en el siguiente cuadro se especifican.

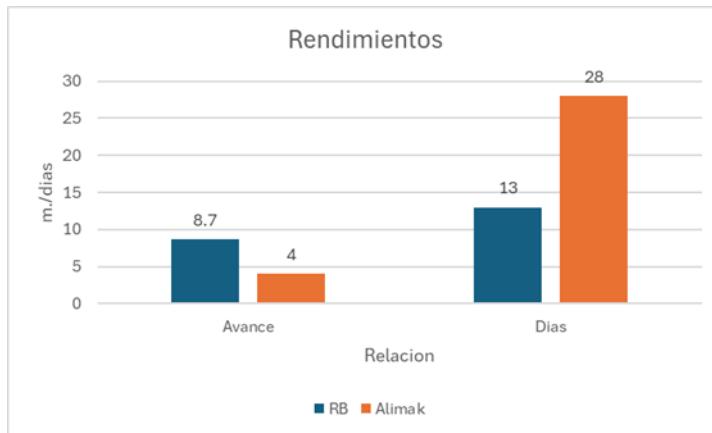
Tabla 22 Rendimiento de los Equipos

Avances del raise boring y alimak - longitud 112.70 m.							
Equipo	Traslado Instalación Estandarización jornadas	Perforación del piloto jornadas	perforación Del rimado jornadas	perforación de la chimenea	Total, de jornadas	Numero de jornadas por día	Número de días
RB	4	9	17	00	30	2	15
Alimak	10	00	00	56	66	2	33

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede notar que la instalación y estandarización para el equipo RB se realiza en 2 días, mientras que para la jaula trepadora en 5 días. Asimismo, en la figura 31 se representa el tiempo de ejecución del proyecto para el RB. Es de 13 días, mientras que para el Alimak es de 28 días. Se puede deducir que el avance lineal del RB es de 8.70 m./día y el Alimak tiene un avance lineal de 4 m./día.

Figura 31 Rendimiento de Equipos



Fuente: Elaboración propia

B. Medio ambiente en la ejecución de chimeneas

Cada sistema como el raise boring y la jaula trepadora alimak en la ejecución de chimeneas, tienen sus propios parámetros en cuanto a longitudes de perforación, la energía que utilizan para fragmentar la roca, que gases y volumen de polvo generan producto de la trituración de la roca, también se

considera la seguridad que presta cada sistema. Se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 23 Parámetros de cada Sistema

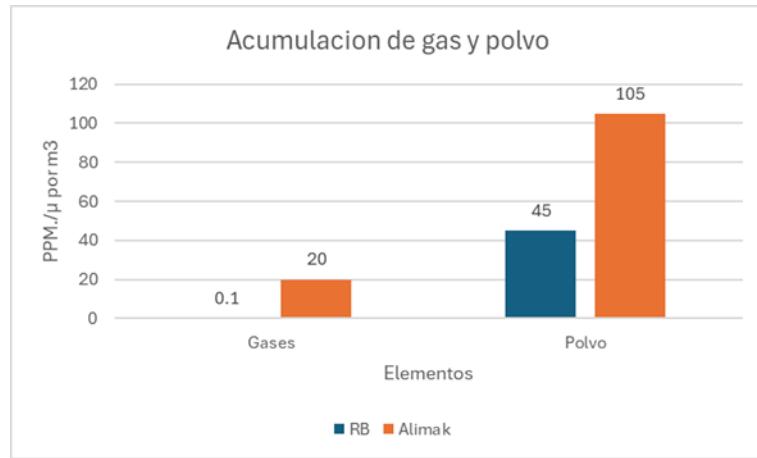
**Matriz técnica de sistemas de perforación para el proceso del proyecto RB
CH660N (L=112.7m - 2.5 m Ø)**

Sistema	Alcance Lineal MÁximo	Tipo de Energía	Genera gases	Seguridad
Raise Boring	650 m.	Mecánica Tritura la Roca	Ninguno Polvo <50µ/m3	Muy Seguro
Alimak	< 1000 m.	Explosivos	CO2 Nitrosos Polvo >50µ/m3	Riesgo Medio

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior se puede notar que el RB puede realizar chimeneas hasta los 650 m. y el equipo Alimak puede realizar hasta próximo los 1000 metros. El tipo de energía que utilizan para la perforación se observa que el RB utiliza la energía mecánica para la trituración de la masa rocosa y el alimak utiliza explosivos. En la figura 32 se presenta la calidad de aire y como resultado se tiene que con el RB no se genera ningún tipo de gas para la trituración y genera una polución de polvo menor a 50 microgramos por metro cubico y el alimak genera gases nocivos como el dióxido de carbono, gases nitrosos más de 20 PPM. Asimismo, genera una polución de polvo mayor a 50 microgramos por metro cubico, por estos resultados la operación del RB es mas seguro y los trabajos del alimak son menos seguros, como también se tiene mejor calidad en el medio ambiente en la zona de trabajo con el uso del raise boring.

Figura 32 Calidad de Aire



Fuente: Elaboración propia

C. Costos unitarios de cada sistema

Los costos unitarios por el sistema raise boring es variable en relación a la jaula trepadora, en la siguiente tabla se presenta el resumen.

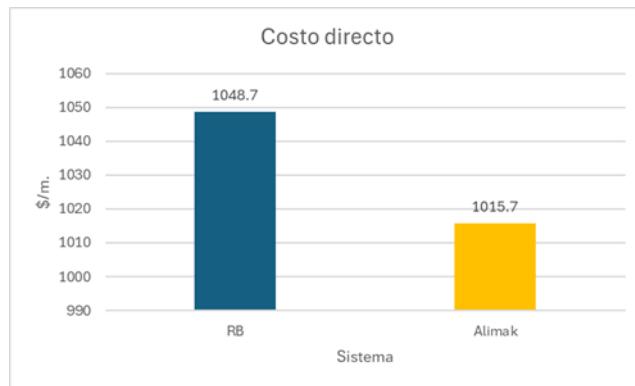
Tabla 24 Costos Directos

Costo directo del raise boring y alimak longitud 112.70 m.						
Equipo	Mano De obra	Mantenimiento	Materiales y herramientas	Implementos y otros	Equipo y Maquinaria	Costo Directo \$/m.
RB	112.83	250	440.30	11.95	233.60	1048.70
Alimak	236.60	90	91.38	69.62	528.10	1015.70

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior podemos deducir que en la ejecución de una chimenea de 112.70 metros de longitud empleando el sistema raise boring. En la figura 33 se presenta el costo directo que es de 1048.70 dólares por metro y con el alimak es de 1015.70 dólares por metro. El costo directo del raise boring resulta un poco más alto en relación con el costo directo del alimak; sin embargo, en cuanto a la medición de la productividad resulta ser más eficiente el RB por ejecutar la chimenea en 15 días mientras que el alimak lo realiza en 33 días por lo que justifica el uso del raise boring.

Figura 33 Costos Directos



Fuente: Elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

Se planteo la siguiente hipótesis “Con la aplicación del sistema raise boring se mejora los resultados de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.” De acuerdo con los análisis realizados en cuanto al tiempo de ejecución de las chimeneas, el medio ambiente del área de trabajo y los costos de productividad se ha mejorado significativamente con la aplicación del raise boring en relación con el equipo alimak. Lo cual queda demostrado la hipótesis planteada

4.3.2. Hipótesis específicas

a) Prueba de la primera hipótesis específica

La primera hipótesis específica plantea: “Con la aplicación del sistema raise boring se minimiza el tiempo de ejecución de las chimeneas en la ina Alpayana S.A.”. De acuerdo con los análisis y resultados obtenidos mediante el criterio del tiempo de ejecución de las chimeneas con el raise boring; en el proyecto de RB CH660N de una longitud de 112.70 m. se realizó en 13 días, en relación con el equipo alimak que una chimenea de una misma longitud lo realiza en

lo realiza en 28 días. Por lo queda demostrado la hipótesis planteada.

b) Prueba de la segunda hipótesis específica

La segunda hipótesis específica plantea: “Con la aplicación del sistema raise boring se mejora el medio ambiente de la zona de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.”. De acuerdo con los análisis, interpretación y resultados obtenidos de las actividades de perforación con el raise boring se tiene un ambiente significativamente menos confinado ya que no utiliza explosivos en la ejecución de la labor, por lo que no se tiene presencia de gases nocivos asimismo, la polución de polvo es menor a 50 microgramos por metro cubico; en relación al equipo alimak que para el avance de la chimenea utiliza explosivos generando gases explosivos de dióxido de carbono, gases nitrosos mayor a 20 PPM. Y una polución de polvo mayor a 50 microgramos por metro cubico. Por lo queda demostrado la hipótesis planteada.

c) Prueba de la tercera hipótesis específica

La tercera hipótesis específica plantea: “Con la aplicación del sistema raise boring se mejora el costo de productividad de la ejecución de chimeneas en la mina Alpayana S.A.” De acuerdo con las muestras tomadas y luego del análisis, interpretación y resultados respectivamente se obtiene que el costo unitario de operaciones del raise boring es de 1048.70 \$/m., en relación con el costo unitario de operaciones del equipo alimak es de 1015.70 \$/m. Se nota que el costo del RB es de 33 \$/m. mayor. Pero en cuanto al costo de productividad se tiene mayor beneficio con el sistema RB ya que en

tiempo de ejecución es mucho menor, esto genera mayor velocidad a la producción de la extracción del mineral. Por lo que de acuerdo con la hipótesis planteada se obtiene una significativa mejora en los costos de productividad.

4.4. Discusión de los resultados

En relación con el título de la investigación “Con la aplicación del sistema raise boring se mejora los resultados de la ejecución de chimeneas en la mina Alpayana S.A.”. Podemos citar:

- Con la aplicación del equipo alimak en la ejecución de chimeneas de 112.70 m. se realizaba en 28 días mientras que con la aplicación del sistema raise boring se realiza en 13 días, es un tiempo menor muy significativo representando un 53 %, más del 50 % lo cual estos resultados dan mayor velocidad a la ejecución de las chimeneas y de la misma manera mejora la preparación y desarrollo de labores para incrementar la producción en la extracción de los minerales.
- Con la aplicación del equipo alimak en la ejecución de chimeneas se tuvo un ambiente más confinado en la zona de trabajo por el uso de explosivos en el avance de estas labores. Se tiene la presencia de gases nocivos como dióxido de carbono, gases nitrosos, en valores mayores a 20 PPM. Asimismo, la polución de polvo mayores a 50 microgramos por metro cubico. En relación a la aplicación del raise boring no se tiene presencia de gases nocivos en la zona de trabajo y la presencia de la polución de polvo es menor a 50 microgramos por metro cubico; por lo que el avance de la labor se realiza sin uso de explosivos. Como Resultado se tiene un ambiente menos confinado en la zona de trabajo.

- Con la aplicación del equipo alimak en cuanto a su costo unitario es relativamente menor con relación al costo unitario del raise boring representando un 3.2 % menos que es un porcentaje no significativo. Relacionando con los tiempos de ejecución de ambos equipos se tiene un mejor costo de productividad. Ya que va hacer posible el incremento de producción de la explotación del mineral por el tiempo como resultado se va tener mayor rentabilidad.

CONCLUSIONES

- 1) Con la aplicación del sistema raise boring se mejoró el tiempo de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana; por lo que una chimenea de 112.70 metros se realiza en 13 días, mientras que con el equipo alimak se realizaba en 28 días.
- 2) Con la aplicación del sistema raise boring no se utiliza explosivos para el avance de la labor, por ello no se tiene la presencia de gases nocivos y la polución del polvo es menor de 50 microgramos por metro cubico. Mientras que con el equipo alimak se utiliza explosivos el cual genera la presencia de gases nocivos como el dióxido de carbono, gases nitrosos mayores en 20 PPM. Como también la polución del polvo es mayor a los 50 microgramos por metro cubico. Se puede concluir que con el RB se tiene un mejor ambiente en la zona de trabajo.
- 3) Se concluye que el sistema del raise boring tiene un costo de operación unitario mayor de 3.2% en relación con el costo unitario del Alimak. El costo es relativamente un poco mayor, pero en cuanto al costo de productividad representa mas rentable ya que directamente va significar un incremento de la producción del mineral por la velocidad de preparación y desarrollo de las chimeneas.
- 4) Se obtiene beneficios con la aplicación del sistema raise boring ya que las operaciones de ejecución de los proyectos de las chimeneas son más seguras en relación al equipo alimak por no contar personal de perforación en la columna de chimenea que es un riesgo en la seguridad del personal.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que para el desarrollo de chimeneas Raise Boring, se debe contar con un registro de control más estricto referente a los parámetros de perforación para evitar desvíos y un desgaste prematuro de los aceros.
- 2) Realizar permanentemente capacitaciones al personal a cargo de las operaciones del raise boring para garantizar una correcta ejecución de las chimeneas y generar una reducción en tiempos de programación.
3. Se debe cumplir estrictamente con los mantenimientos programados del sistema durante el desarrollo de la chimenea para evitar paradas no programadas a falta de mantenimiento.
- 4) Se debe cumplir con la limpieza del pie del raise boring para evitar las paradas operativas asociadas a la operación.
- 5) El sistema Raise boring se recomienda aplicar en el desarrollo de chimeneas slot, por la velocidad de su avance en la extracción de minerales del método de taladros largo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artezano, J. (2014). Implementación del método de explotación V.C.R. para mejorar la producción en mina julia, U.E.A. Orcopampa, Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]: Repositorio UNCP.
- Bernaola, J. Castilla, J., & Herrera, J. (2013). Perforación y voladura de rocas en minería. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Camhi, J. (2012). Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de block caving caso estudio mina El teniente Codelco Chile. [Tesis de maestría, Universidad de Chile]: Repositorio UChile.
- Ceroni, D. (2018). Aplicación de la evaluación de riesgos en la construcción de túneles para obras hidráulicas. [Tesis de grado, Universidad de Chile]: Repositorio UChile.
- Contreras, L. (2015). Perforación de chimeneas con el metodo raise boring en la unidad minera Arcata. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]: Repositorio UNSA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/220>
- First Break. (2023). Raise boring tools. Obtenido de <https://firstbreak.co.nz/raise-boring-tools/>
- Macias, J., & Bruland, A. (2014). D&B versus TBM: Review of the parameters for a right choice of the excavation method. The 2014 ISRM European Rock Mechanics Symposium (Eurock, 2014).
- Ollachica, H., & Ollachica, A. (2019). Optimización en la Construcción de Chimenea en la veta Ánimas mediante el Método de Perforación Raise Boring en la Minera Bateas SAC, Caylloma. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]: Repositorio UTP.

- Pernia, J., López, C., Ortiz, F., & López, E. (1994). Manual de perforación y voladura de Rocas. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Rabajille, A. (2017). Preparación minera con equipos autónomos y semiautónomos. [Tesis de grado, Universidad de Chile]: Repositorio UChile.
- Soria, J. (2013). Optimización de costos en la construcción de chimeneas con trepadoras Alimak. Unidad Parcoy-Consorcio Minero Horizonte 2012. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]: Repositorio UNMBA.
- Tipe, V. (2004). Implementación de chimeneas usando el método VCR en la compañía Consorcio Minero Horizonte. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]: Repositorio UNI.
- Tumi Raise Boring. (2019). Doc Player. Obtenido de <https://docplayer.es/167069674-Universidad-nacional-de-san-agustin.html>
- Rivera Huamán, M. (2015). Construcción de chimeneas Raise Boring para optimizar el proceso de minado del tajo 355 en Compañía Minera Raura S.A. Universidad Nacional del Centro del Perú; página electrónica: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1349>
- Yepes Piqueras, V. (2015). Raise Boring. Universidad Politécnica de Valencia. Página electrónica: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/12/04/raise-boring/>
- Ortiz, F. & López, J. (1987). Manual de perforación y voladura de rocas. Instituto Geológico y Minero de España. Edición España, 1ra. Edición Página electrónica: <http://site.ebrary.com/id/10565734>
- López, J. (1986). La minería y las alteraciones en el medio ambiente. Curso monográfico sobre restauración del paisaje, págs. 249-284, 249-284. Página electrónica: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3154364>

ANEXOS

ANEXO N° 1: Instrumentos de Recolección de Datos CARACTERIZACION GEOMECHANICA NV. 16-18

Caracterización geomecánica – chimenea 660N

La caracterización geomecánica ha sido obtenida de los niveles de proyección 16-18.

Caracterización geomecánica chimenea

Fuente: Mina Alpayana

Ítem	Estructura	Valoración de la masa rocosa				Descripción
		RMR (1989)	Tipo	GSI	Índice Q	
01	Caja techo	48	III-B	43	0.736	Regular B
02	Caja piso	51	III-A	46	1.166	Regular A
03	Estructura	42	III-B	37	0.293	Regular B

Estado de esfuerzos in-situ del macizo rocoso – nv. 16-18

La caracterización geomecánica obtenida de la proyección de estas.

Estado de esfuerzos chimenea

Ítem	Característica	Medida	Unidades
1	Profundidad	Mínima	95.6
		Máxima	135.2
2	Densidad de roca	2.6	t/m ³
3	Gravedad	9.8	m/s ²
4	Esfuerzo vertical	Mínima	2.44
		Máxima	3.44
5	Relación de Poisson	0.3	-
6	Módulo de elasticidad	11.9	GPa
7	Esfuerzo horizontal	Mínima	1.04
		Máxima	1.48

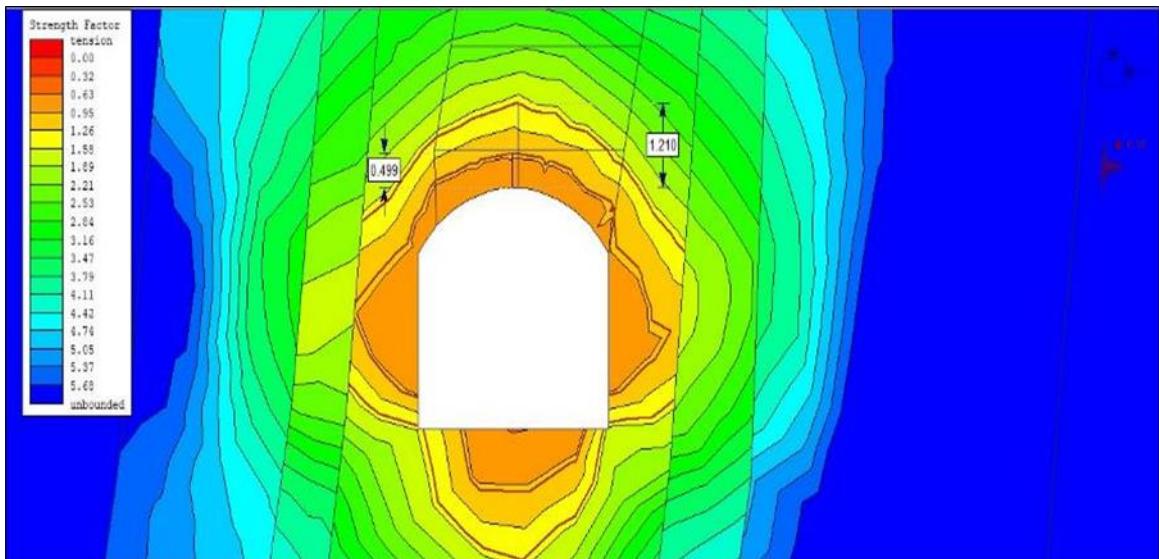
Fuente: mina Alpayana

Características geométricas

Parámetro	Características
Forma del	Tabular
Orientación	N38°W
Potencia	3-8m
Inclinación	70° - 75°
Tipo de manteo	vertical
Profundidad	>120 m
Densidad media	2.9 t/m ³

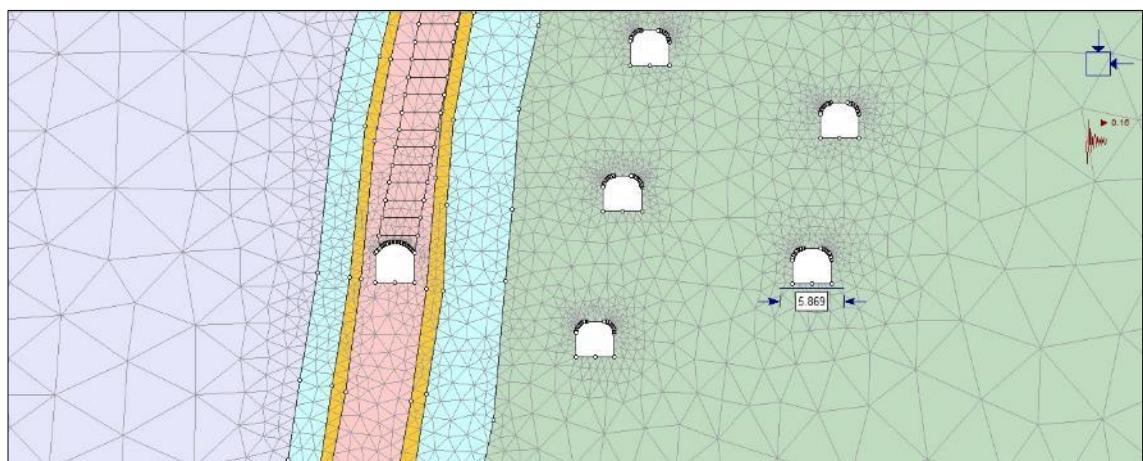
Fuente: mina Alpayana

Mapeo geo mecánico – zona chimenea



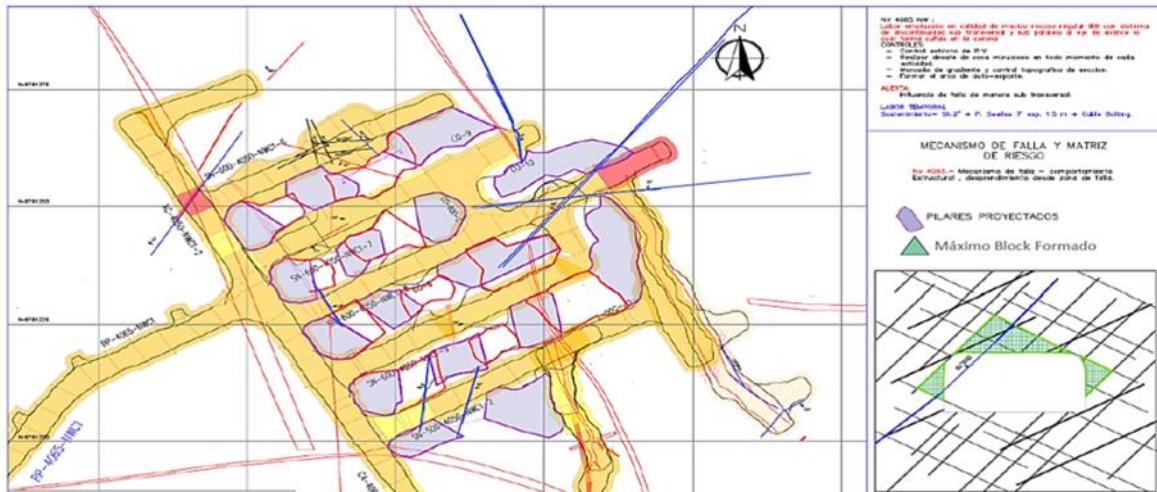
Fuente: Mina Alpayana

Mapeo geo mecánico - Análisis de zona plastificada zona chimenea



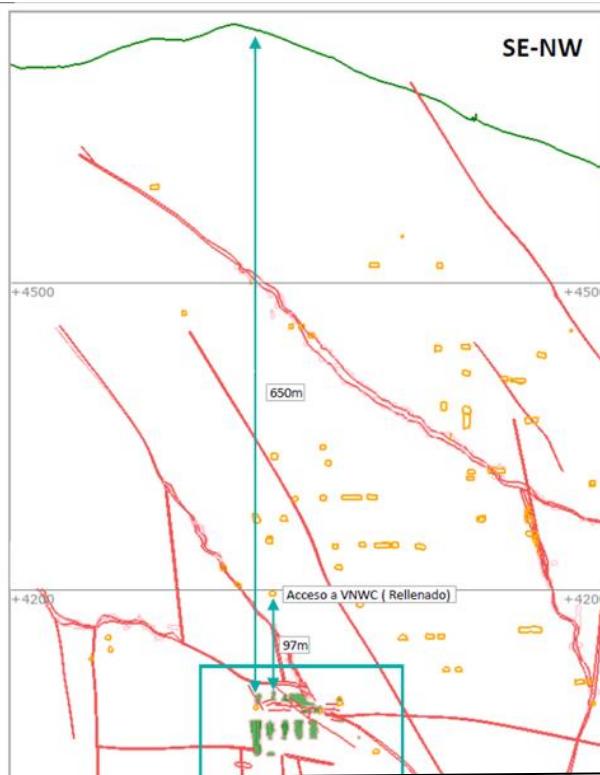
Fuente: Mina Alpayana

Mapeo geo mecánico – zona chimenea



Fuente: Mina Alpaya

Mapeo geo mecánico – CH660N



Fuente: Mina Alpaya

REGISTRO DE DATOS DE EJECUCION DE LA CHIMNEA PILOTO

Turno	Código de Barra	Presión (Mpa)	Amperaje (Amp)	Voltagje (V)	Rotación (RPM)	Long. Barra (m)	Long. Acum (m)	Actividad	Tiempo (Hr)	Horas Op (Hrs)	Min Op (Hrs)	Horas Op. Redon(Hrs)	Tiempo Cambio de Barra	Tipo de Terreno	Mp/Hr
TD	SDS - 01	300	40	460	12	1.52	1.52	Perforación Empate	01:15	1.00	0.25	1.25	00:15	T.Duro	1.2
	SDS - 02	300	40	460	12	0.5	2.02	Perforación Empate	00:30	0.00	0.50	0.50	00:15	T.Duro	1.0
TN	SDS - 02	300	40	460	12	0.5	2.52	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:15	T. Regular	0.9
	SDS - 03	350	60	470	40	1.52	4.04	Perforación Piloto	01:10	1.00	0.17	1.17	00:15	T. Regular	1.3
	SDS - 04	350	60	470	40	1.52	5.56	Perforación Piloto	01:05	1.00	0.08	1.08	00:15	T. Regular	1.4
	SDS - 05	350	60	470	40	1.52	7.08	Perforación Piloto	01:10	1.00	0.17	1.17	00:15	T. Regular	1.3
	SDS - 06	350	60	470	40	1.52	8.6	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
TD	SDS - 07	350	60	480	40	1.51	10.11	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 08	400	60	480	40	1.52	11.63	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 09	400	60	480	40	1.52	13.15	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 10	400	60	480	40	1.51	14.66	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 11	500	60	480	40	1.52	16.18	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 12	500	60	480	40	1.51	17.69	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 13	450	60	480	40	1.5	19.19	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 14	400	60	480	40	1.52	20.71	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 15	450	60	480	40	1.51	22.22	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Regular	2.0
	SDS - 16	400	60	470	40	1.52	23.74	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
TN	SDS - 17	450	60	460	40	1.52	25.26	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 18	450	60	460	40	1.52	26.78	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 19	500	60	460	40	1.52	28.3	Perforación Piloto	00:50	0.00	0.83	0.83	00:10	T. Duro	1.8
	SDS - 20	500	60	470	40	1.52	29.82	Perforación Piloto	00:50	0.00	0.83	0.83	00:10	T. Duro	1.8
	SDS - 21	500	60	470	40	1.52	31.34	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 22	500	60	450	40	1.52	32.86	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 23	500	60	470	40	1.52	34.38	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 24	500	60	460	40	1.52	35.9	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Duro	3.0
	SDS - 25	500	60	460	40	1.51	37.41	Perforación Piloto	00:20	0.00	0.33	0.33	00:10	T. Duro	4.5
	SDS - 26	500	60	450	40	1.52	38.93	Perforación Piloto	00:20	0.00	0.33	0.33	00:10	T. Duro	4.6
TD	SDS - 27	500	60	470	40	1.52	40.45	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 28	400	60	470	40	1.52	41.97	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 29	400	60	460	40	1.52	43.49	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 30	400	60	460	40	1.52	45.01	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 31	400	60	470	40	1.52	46.53	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 32	400	60	470	40	1.51	48.04	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 33	400	60	460	40	1.52	49.56	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 34	400	60	460	40	1.5	51.06	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 35	400	60	470	40	1.52	52.58	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 36	400	60	470	40	1.52	54.1	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0

TN	SDS - 37	400	60	470	40	1.52	55.62	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Regular	2.6
	SDS - 38	400	60	470	40	1.51	57.13	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 39	350	60	460	40	1.52	58.65	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Regular	2.6
	SDS - 40	350	60	470	40	1.51	60.16	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Regular	2.3
	SDS - 41	300	60	460	40	1.52	61.68	Perforación Piloto	00:50	0.00	0.83	0.83	00:10	T. Regular	1.8
	SDS - 42	350	60	460	40	1.51	63.19	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 43	350	60	460	40	1.52	64.71	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 44	400	60	470	40	1.52	66.23	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 45	350	60	460	40	1.52	67.75	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Regular	2.6
	SDS - 46	350	60	460	40	1.52	69.27	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 47	350	60	450	40	1.52	70.79	Perforación Piloto	00:20	0.00	0.33	0.33	00:10	T. Regular	4.6
TD	SDS - 48	400	60	460	40	1.52	72.31	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 49	400	60	470	40	1.51	73.82	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 50	350	60	470	40	1.52	75.34	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 51	350	60	460	40	1.51	76.85	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 52	400	60	460	40	1.51	78.36	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 53	350	60	470	40	1.52	79.88	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 54	400	60	460	40	1.51	81.39	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 55	400	60	460	40	1.51	82.9	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 56	400	60	460	40	1.52	84.42	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 57	350	60	460	40	1.51	85.93	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 58	350	60	460	40	1.5	87.43	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
TN	SDS - 59	300	60	460	40	1.52	88.95	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 60	300	60	470	40	1.52	90.47	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Duro	2.6
	SDS - 61	300	60	470	40	1.53	92	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Duro	3.1
	SDS - 62	350	60	460	40	1.52	93.52	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Duro	3.0
	SDS - 63	350	60	460	40	1.51	95.03	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Duro	2.6
	SDS - 64	350	60	460	40	1.51	96.54	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Duro	3.0
	SDS - 65	300	60	470	40	1.52	98.06	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	2.3
	SDS - 66	250	60	460	40	1.52	99.58	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 67	250	60	460	40	1.5	101.08	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Regular	3.0
	SDS - 68	250	60	470	40	1.51	102.59	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Regular	2.6
TD	SDS - 69	300	60	460	40	1.52	104.11	Perforación Piloto	00:35	0.00	0.58	0.58	00:10	T. Duro	2.6
	SDS - 70	350	60	460	40	1.52	105.63	Perforación Piloto	00:30	0.00	0.50	0.50	00:10	T. Duro	3.0
	SDS - 71	300	60	470	40	1.52	107.15	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 72	300	60	460	40	1.52	108.67	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 73	300	60	460	40	1.52	110.19	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 74	300	60	470	40	1.52	111.71	Perforación Piloto	00:45	0.00	0.75	0.75	00:10	T. Duro	2.0
	SDS - 75	300	60	460	40	1	112.71	Perforación Piloto	00:40	0.00	0.67	0.67	00:10	T. Duro	1.5

REGISTRO DE DATOS DE ENSANCHAMIENTO DE LA CHIMENEA - RIMADO

Turno	Código de Barra	Presión (Mpa)	Amperaje (Amp)	Voltaje (V)	Rotación (RPM)	Long. Barra (m)	Long. Acum (m)	Actividad	Tiempo (Hr)	Horas Op (Hrs)	Min Op (Hrs)	Horas Op. Redon(Hrs)	Rendimiento (Mp/Hrs)	Tipo de Terreno	Tonelaje por avance	Tonelaje acumulado por guardia
TD	SDS - 75	700/900	60	460	12	1	1.00	Rimado	02:00	2.00	0.00	2.00	0.50	T. Duro/Fracturado	3	12
	SDS - 74	1000/1200	70/80	460	12	1.52	2.52	Rimado	03:00	3.00	0.00	3.00	0.51	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 73	900/1100	70/80	460	12	1.1	3.62	Rimado	01:55	1.00	0.92	1.92	0.57	T. Duro/Fracturado	4	
TN	SDS - 73	900/1100	70/80	460	12	0.42	4.04	Rimado	01:55	1.00	0.92	1.92	0.22	T. Duro/Fracturado	1	14
	SDS - 72	1900/2000	70/90	470	12	1.52	5.56	Rimado	02:30	2.00	0.50	2.50	0.61	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 71	1800	70/90	470	12	1.52	7.08	Rimado	02:30	2.00	0.50	2.50	0.61	T. Duro	5	
	SDS - 70	2000/2100	70/90	470	12	1	8.08	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	0.67	T. Duro	3	
TD	SDS - 70	2000/2100	70/90	470	12	0.52	8.60	Rimado	00:50	0.00	0.83	0.83	0.62	T. Duro	2	20
	SDS - 69	1900/2000	70/90	470	12	1.52	10.12	Rimado	02:10	2.00	0.17	2.17	0.70	T. Duro	5	
	SDS - 68	2000/2100	70/90	470	12	1.51	11.63	Rimado	02:10	2.00	0.17	2.17	0.70	T. Duro	5	
	SDS - 67	2000/2100	70/90	470	12	1.5	13.13	Rimado	02:10	2.00	0.17	2.17	0.69	T. Duro	5	
	SDS - 66	2000/2100	70/90	470	12	0.9	14.03	Rimado	01:20	1.00	0.33	1.33	0.68	T. Duro	3	
TN	SDS - 66	1900/2000	70/90	470	12	0.62	14.65	Rimado	00:50	0.00	0.83	0.83	0.74	T. Duro/Fracturado	2	18
	SDS - 65	2000/2100	70/90	470	12	1.51	16.16	Rimado	02:10	2.00	0.17	2.17	0.70	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 64	1900/2000	70/90	470	12	1.51	17.67	Rimado	02:45	2.00	0.75	2.75	0.55	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 63	1900/2000	70/90	470	12	1.52	19.19	Rimado	02:00	2.00	0.00	2.00	0.76	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 62	1900/2000	70/90	470	12	0.3	19.49	Rimado	00:35	0.00	0.58	0.58	0.51	T. Duro/Fracturado	1	
TD	SDS - 62	1900/2000	70/90	470	12	1.23	20.72	Rimado	01:40	1.00	0.67	1.67	0.74	T. Duro/Fracturado	4	31
	SDS - 61	1700/1900	80/100	470	12	1.52	22.24	Rimado	01:25	1.00	0.42	1.42	1.07	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 60	1800/1900	80/100	470	12	1.52	23.76	Rimado	01:25	1.00	0.42	1.42	1.07	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 59	1800/1900	70/90	470	12	1.5	25.26	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.20	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 58	1800/1900	70/90	470	12	1.51	26.77	Rimado	01:10	1.00	0.17	1.17	1.29	T. Duro/Fracturado	5	
	SDS - 57	1800/1900	70/90	470	12	1.52	28.29	Rimado	01:05	1.00	0.08	1.08	1.40	T. Duro/Fracturado	5	
TN	SDS - 56	1800/1900	70/90	470	12	0.6	28.89	Rimado	00:35	0.00	0.58	0.58	1.03	T. Duro/Fracturado	2	18
	SDS - 56	1800/1900	70/90	470	12	0.92	29.81	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	0.92	T. Regular	3	
	SDS - 55	1800/1900	70/90	470	12	1.51	31.32	Rimado	01:35	1.00	0.58	1.58	0.95	T. Regular	5	
	SDS - 54	1700/1800	70/90	470	12	1.52	32.84	Rimado	01:25	1.00	0.42	1.42	1.07	T. Regular	5	
	SDS - 53	1700/1800	70/90	470	12	1.51	34.35	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
TD	SDS - 52	2000/2100	70/90	470	12	1.51	35.86	Rimado	01:20	1.00	0.33	1.33	1.13	T. Regular	5	25
	SDS - 51	2000/2100	80/90	470	12	1.52	37.38	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 50	2200/2300	90/100	470	12	1.52	38.90	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 49	2200/2300	90/100	470	12	1.51	40.41	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 48	2200/2300	90/100	470	12	1.52	41.93	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
TN	SDS - 47	2200/2300	90/100	470	12	1.52	43.45	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	25
	SDS - 46	2100/2200	70/90	480	12	1.52	44.97	Rimado	01:25	1.00	0.42	1.42	1.07	T. Regular	5	
	SDS - 45	1900/2000	70/90	480	12	1.51	46.48	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.51	T. Regular	5	
	SDS - 44	1900/2000	70/90	480	12	1.52	48.00	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.22	T. Regular	5	
	SDS - 43	1900/2000	70/90	480	12	1.52	49.52	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Duro	5	

TD	SDS - 42	1900/2000	70/90	480	12	1.52	51.04	Rimado	01:40	1.00	0.67	1.67	0.91	T. Regular	5	32
	SDS - 41	1900/2000	80/100	470	12	1.51	52.55	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.51	T. Regular	5	
	SDS - 40	1900/2000	80/100	470	12	1.52	54.07	Rimado	01:05	1.00	0.06	1.08	1.40	T. Regular	5	
	SDS - 39	1900/2000	80/100	470	12	1.51	55.58	Rimado	00:55	0.00	0.92	0.92	1.65	T. Regular	5	
	SDS - 38	1900/2000	80/100	470	12	1.52	57.10	Rimado	01:05	1.00	0.08	1.08	1.40	T. Regular	5	
	SDS - 37	1900/2000	80/100	470	12	1.51	58.61	Rimado	01:05	1.00	0.06	1.08	1.39	T. Regular	5	
	SDS - 36	1900/2000	80/100	470	12	0.6	59.21	Rimado	00:45	0.00	0.75	0.75	0.80	T. Regular	2	24
TN	SDS - 36	1900/2000	80/100	470	12	0.92	60.13	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	0.92	T. Regular	3	
	SDS - 35	1900/2000	80/100	470	12	1.52	61.65	Rimado	01:45	1.00	0.75	1.75	0.87	T. Regular	5	
	SDS - 34	1900/2000	70/90	470	12	1.5	63.15	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.20	T. Regular	5	
	SDS - 33	1900/2000	70/90	470	12	1.52	64.67	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.22	T. Regular Fracturado	5	
	SDS - 32	1900/2000	70/90	470	12	1.52	66.19	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular Fracturado	5	
	SDS - 31	1900/2000	70/90	470	12	0.35	66.54	Rimado	00:30	0.00	0.50	0.50	0.70	T. Regular	1	
TD	SDS - 31	1900/2000	70/90	470	12	1.17	67.71	Rimado	01:10	1.00	0.17	1.17	1.00	T. Regular	4	30
	SDS - 30	1900/2000	70/90	470	12	1.52	69.23	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 29	1800/1900	80/100	470	12	1.52	70.75	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.52	T. Regular	5	
	SDS - 28	1800/2000	80/100	470	12	1.52	72.27	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.52	T. Regular	5	
	SDS - 27	1800/2000	80/100	470	12	1.52	73.79	Rimado	01:10	1.00	0.17	1.17	1.30	T. Regular	5	
	SDS - 26	1800/2000	80/100	470	12	1.52	75.31	Rimado	01:10	1.00	0.17	1.17	1.30	T. Regular	5	
	SDS - 25	2000/2400	80/100	470	12	0.35	75.66	Rimado	01:25	1.00	0.42	1.42	0.25	T. Duro	1	19
TN	SDS - 25	2000/2400	80/100	470	12	1.18	76.84	Rimado	01:45	1.00	0.75	1.75	0.67	T. Duro	4	
	SDS - 24	2200/2400	80/100	470	12	1.51	78.35	Rimado	02:00	2.00	0.00	2.00	0.76	T. Regular	5	
	SDS - 23	2300/2400	80/100	460	12	1.52	79.87	Rimado	02:00	2.00	0.00	2.00	0.76	T. Duro	5	
	SDS - 22	2300/2400	80/100	470	12	1.52	81.39	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.22	T. Duro	5	
TD	SDS - 21	2200/2300	80/100	460	12	1.52	82.91	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.22	T. Regular	5	21
	SDS - 20	2400/2500	80/100	480	12	1.52	84.43	Rimado	02:15	2.00	0.25	2.25	0.68	T. Duro	5	
	SDS - 19	2400/2500	80/100	480	12	1.52	85.95	Rimado	01:45	1.00	0.75	1.75	0.87	T. Duro	5	
	SDS - 18	2400/2500	80/100	480	12	1.52	87.47	Rimado	01:35	1.00	0.58	1.58	0.96	T. Duro	5	
	SDS - 17	2400/2500	80/100	480	12	0.35	87.82	Rimado	00:30	0.00	0.50	0.50	0.70	T. Duro	1	
TN	SDS - 17	2400/2500	80/100	480	12	1.17	88.99	Rimado	01:45	1.00	0.75	1.75	0.67	T. Duro	4	20
	SDS - 16	2400/2500	80/100	480	12	1.52	90.51	Rimado	02:15	2.00	0.25	2.25	0.68	T. Regular	5	
	SDS - 15	2400/2500	80/100	470	12	1.51	92.02	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.21	T. Regular	5	
	SDS - 14	2300/2400	80/100	470	12	1.52	93.54	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	1.22	T. Regular	5	
	SDS - 13	2300/2400	80/100	460	12	0.43	93.97	Rimado	00:30	0.00	0.50	0.50	0.86	T. Regular	1	
TD	SDS - 13	2300/2400	80/100	460	12	1.07	95.04	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	0.86	T. Duro	4	23
	SDS - 12	2400/2500	80/100	470	12	1.51	96.55	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 11	2400/2400	80/100	470	12	1.52	98.07	Rimado	01:45	1.00	0.75	1.75	0.87	T. Regular	5	
	SDS - 10	2400/2400	80/100	470	12	1.51	99.58	Rimado	01:35	1.00	0.58	1.58	0.95	T. Regular	5	
	SDS - 9	1800/1900	80/100	470	12	1.2	100.78	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.20	T. Regular Fracturado	4	
TN	SDS - 9	1800/1900	80/100	470	12	0.32	101.10	Rimado	00:30	0.00	0.50	0.50	0.64	T. Regular Fracturado	1	28
	SDS - 8	1700/1800	80/100	470	12	1.51	102.61	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.51	T. Duro	5	
	SDS - 7	1600/1800	80/100	470	12	1.52	104.13	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Duro	5	
	SDS - 6	2300/2400	80/100	460	12	1.51	105.64	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 5	2200/2400	80/100	460	12	1.51	107.15	Rimado	01:10	1.00	0.17	1.17	1.29	T. Regular	5	
	SDS - 4	2200/2300	80/100	460	12	1.52	108.67	Rimado	01:00	1.00	0.00	1.00	1.52	T. Regular	5	
TD	SDS - 3	2200/2300	80/100	460	12	0.6	109.27	Rimado	00:30	0.00	0.50	0.50	1.20	T. Regular	2	11
	SDS - 2	2200/2300	80/100	460	12	1.52	111.71	Rimado	01:30	1.00	0.50	1.50	1.01	T. Regular	5	
	SDS - 1	1500/1800	80/100	460	12	1	112.71	Rimado	01:15	1.00	0.25	1.25	0.80	T. Regular	3	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Aplicación del Sistema Raise Boring para Mejorar los Resultados de la Ejecución de chimeneas en la Mina Alpayana S.A.”

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Método	Población y muestra
<p>General ¿Será posible mejorar los resultados de la ejecución de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a) ¿La aplicación del sistema raise boring permitirá minimizar el tiempo de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.?</p> <p>b) ¿La aplicación del sistema de raise boring permitirá mejorar el medio ambiente en la zona de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.?</p> <p>c) ¿La aplicación del sistema de raise boring permitirá mejorar el costo de productividad de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.?</p>	<p>General Mejorar los resultados de la ejecución de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Minimizar el tiempo de ejecución de las chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.</p> <p>b) Mejorar el medio ambiente en la zona de la ejecución de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.</p> <p>c) Mejorar el costo de productividad de la ejecución de chimeneas con la aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.</p>	<p>Hipótesis general Con la aplicación del sistema raise boring se mejora los resultados de la ejecución de chimeneas en la mina Alpayana S.A.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>a) Con la aplicación del sistema raise boring se minimiza el tiempo de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.</p> <p>b) Con la aplicación del sistema raise boring se mejora el medio ambiente en la zona de ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.</p> <p>c) Con la aplicación del sistema raise boring se mejora el costo de productividad de la ejecución de chimeneas en la mina Alpayana S.A.</p>	<p>Variable independiente X: Aplicación del sistema raise boring en la mina Alpayana S.A.</p> <p>Variable Dependiente Y: mejorar los resultados de la ejecución de las chimeneas en la mina Alpayana S.A.</p>	<p>Tipo de Investigación El desarrollo de la investigación es de carácter aplicativo por los objetivos que se han determinado en este proyecto, el trabajo de la investigación está centrado en el nivel descriptivo, correlacional y explicativo.</p> <p>Método de Investigación el método de investigación a emplear en nuestra investigación es el método lógico, inductivo, sintético y de análisis, asimismo se emplea el método empírico mediante la observación investigativa.</p>	<p>Población Conformado por los proyectos de ejecución de las chimeneas de la mina Alpayana S.A.</p> <p>Muestra Avance de 112.7 metros de la chimenea RB CH660N del nivel 16-18</p>