

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**TESIS**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORACIÓN DE TALADROS LARGOS CON  
SIMBA S1254 EN TAJO TJ265, UNIDAD MINERA ALPAYANA-  
HUARACHIRI-LIMA**

**PRESENTADO POR:**

Br. MARTIN ALDAIR ROMAN CARBAJAL

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO DE MINAS**

**ASESOR:**

Mg. RAIMUNDO MOLINA DELGADO

**Cusco - Perú**

**2024**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**INFORME DE ORIGINALIDAD**

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe asesor del informe técnico titulado: **“OPTIMIZACION DE LA PERFORACION DE TALADROS LARGOS CON SIMBA S1254 EN TAJO TJ265, UNIDAD MINERA ALPAYANA-HUAROCHIRI-LIMA”**

Presentado por **MARTIN ALDAIR ROMAN CARBAJAL**, con DNI **72897686** para optar al Título Profesional de: **INGENIERO DE MINAS**. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 (Tres) veces, mediante el software antiplagio Turnitin, conforme al Artículo 6° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de: **9 % (nueve por ciento)**.

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación, tesis, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 7, inc. 2 y 3)**

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	-----
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	-----

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 22 de abril de 2024.

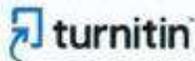
FIRMA

POST FIRMA: Ing. Raimundo Molina Delgado  
DNI Nro.: 23912083

ORCID ID: 0000-0003-0291-2700

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:  
<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:349145947?locale=es-MX>



Identificación de reporte de similitud: oid:27259:349145947

NOMBRE DEL TRABAJO

OPTIMIZACION DE LA PERFORACION DE  
TALADROS LARGOS CON SIMBA S1254  
EN TAJO TJ265, UNIDAD MINERA ALPA  
Y

AUTOR

MARTIN ALDAIR ROMAN CARBAJAL

RECuento DE PALABRAS

**21609 Words**

RECuento DE CARACTERES

**113893 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**152 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**23.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 22, 2024 8:17 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 22, 2024 8:19 AM GMT-5**

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi esposa Daniela Cruz, mi hija Charlotte Román, a mis padres Gladys Carbajal y Fermín Román, mis suegros Elvis Cruz y Charo Cabello, quienes me fueron mi apoyo y motivación para mi formación profesional acompañándome en este camino académico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios quien me acompañó durante mi periodo académico e hizo posible seguir logrando más logros.

Un agradecimiento especial a mi asesor de tesis el Mgt. Raymundo Molina D. y a mis dictaminantes el Ing. Máximo Mayta L y el Mgt. Odilón Contreras A. por su orientación profesional y el apoyo en el desarrollo de la presente tesis dando forma y mejora este trabajo.

A mi esposa Daniela Cruz y sus padres, quienes fueron inspiración, obtuve un apoyo incondicional motivándome para seguir con más logros, por sus palabras de aliento y consejos el cual fue mi soporte en los momentos críticos.

A mis padres y hermanos quienes siempre confiaron en mi, su apoyo incondicional y sus palabras de aliento.

Agradezco profundamente a mis docentes quienes me acompañaron en mi desarrollo profesional, adquiriendo conocimientos y sabiduría en esta casa de estudios “Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco”.

## INTRODUCCION

En el trabajo de investigación se evaluó los factores técnicos, operacionales y económicos en las perforaciones de taladros largos realizados con equipos simba 1254, para la explotación de mineral en la Unidad Minera Alpayana, con el objetivo de mejorar los rendimientos de los equipos simba, los temas abordados se organizaros de la siguiente forma:

El primer capítulo se procedió a identificar y desarrollar el planteamiento del problema de la investigación, conjuntamente con el problema general y los problemas específicos, los objetivos, hipótesis (general y específicos) y la justificación del problema, planteando también las variables que involucran a la investigación para el desarrollo óptimo de la investigación e indicadores.

El segundo capítulo define los antecedentes del trabajo de investigación, seguido del marco teórico, los conceptos y los antecedentes relacionados al trabajo de investigación recopilando la información necesaria para desarrollar la tesis.

El tercer Capítulo detalla los aspectos generales, la geología, reservas y las principales actividades que se realizan en la unidad minera Alpayana.

El Cuarto capítulo analiza los factores que se involucran en la actividad de perforación de taladros largos con equipos simba 1254 implementando un plan de control para la optimización de esta actividad.

El quinto capítulo desarrolla el análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante la implementación de la mejora en el trabajo de investigación.

Y finalmente las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron establecidos por los objetivos del trabajo de investigación.

## RESUMEN

Durante el trabajo de investigación realizado por mi persona se encontró deficiencias para lograr metas mensuales programadas, para la cual el siguiente trabajo de investigación se dedicó a poder encontrar maneras de poder optimizar los metros perforados por los equipos Simbas en la unidad Minera Alpayana.

En la unidad minera Alpayana se cuenta con equipos Simba H1254, S7D de la marca epiroc, el cual el objetivo principal en el trabajo de investigación es mejorar los rendimientos de perforación .

Para optimizar los metros perforados se recurrió a poder retroalimentar a los operadores con capacitaciones, también se optó por informar los factores técnicos el cual pueden maximizar el uso de los equipos simba, mejorando su rendimiento. Hay que resaltar que en la actividad de perforación de taladros largos no solo influyen las capacidades del operador o los factores técnicos permisibles, sino también el tipo de terreno, tipo de roca, presencia de fallas, entre otros.

Durante la investigación se llegó a optimizar hasta un 145% en la perforación de taladros largos, aumentando la vida útil de los aceros de perforación (shank, barra de perforación, broca) en un 11%, 52% y 52% respectivamente.

Llegando así a la conclusión que los factores operacionales dependen mucho para la optimización en la perforación de taladros largos con equipos simba, y también el uso de tubo guía disminuyendo la desviación de los taladros.

Para ello se dispuso controlar los parámetros recomendados para el uso de los equipos simba H1254, la retroalimentación y capacitaciones constantes a los operadores y personal involucrados en el área de taladros largos con el fin de mejorar y optimizar los procesos de perforación y voladura garantizando la mejora continua.

**Palabras clave: Perforación, Equipos simba, Optimización, Taladros largos.**

## ABSTRACT

During the research work carried out by me, deficiencies were found to achieve the scheduled monthly goals, for which the research work was dedicated to finding ways to optimize the meters drilled by the Simba equipment in the Minera Alpayana unit.

The Alpayana mining unit has Simba equipment S7D and 1254 from the Epiroc Brand, which the main objective in the research work is to improve drilling performance analyzing the operational and economic factors that influence the drilling of long holes both in bodies and veins.

To optimize the drilled meters, we resort to being able to provide feedback to the operators with trainings. It was also decided to report the technical factors that can maximize the use of the equipment Simba, improving its performance.

It should be noted that in the long holes drilling activity. Not only the capabilities of the operator or the permitted technical factors influence, but also the type of terrain, type of rock, presence of faults, among others.

During the investigation it was possible to optimize up to 145% in long holes drilling, increasing the useful life of drilling steels (shank, drill rod, drill bit) by 10.5%, 63.11% and 22.32% respectively.

Thus, reaching the conclusion that operational factors depend a lot for optimization in the drilling long holes with equipment Simba, and also the use of tube casing reducing the deflection of the holes.

For this purpose, it was decided to control the recommended parameters for the use of Simba equipment 1254, constant feedback and training to operators and personnel involved in the area of long holes drilling in order to improve and optimize drilling and blasting processes, guaranteeing continuous improvement.

**INDICE**

1. CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	20
1.2. Formulación del problema .....	21
1.2.1. Problema general .....	21
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. Objetivos de la Investigación .....	22
1.3.1. Objetivo general.....	22
1.3.2. Objetivos específicos .....	22
1.4. Justificación de la Investigación .....	22
1.5. Hipótesis de la investigación.....	24
1.5.1. Hipótesis general.....	24
1.5.2. Hipótesis específica. ....	24
1.6. VARIABLES E INDICADORES .....	25
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES .....	25
1.8. METODOLOGIA DE INVESTIGACION .....	26
1.8.1. Tipo de Investigación.....	26
1.9. Población y muestra .....	26
1.9.1. Poblacion.....	26
1.9.2. Muestra .....	27
1.10. Limitaciones .....	27

1.11.	Técnica de recolección de datos .....	27
1.12.	Procesamiento de análisis de Datos.....	27
1.13.	Análisis de Datos .....	28
2.	CAPITULO II MARCO TEORICO .....	29
2.1.	Antecedentes de la Investigación .....	29
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	29
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	29
2.2.	Bases teóricas .....	31
2.2.1.	Metodo de explotación Sub Level Stopping (SLS) .....	31
2.2.2.	Explotación por VCR (Vertical Crater Retreat) .....	32
2.2.3.	Taladros Largos.....	33
2.2.4.	Equipos Simba .....	34
2.2.5.	Control de Calidad .....	36
2.2.6.	perforación y voladura. ....	36
2.2.7.	Acero.....	36
2.2.8.	Operador Simba .....	37
2.2.9.	Broca.....	37
2.2.10.	Shank Adapter (Adaptador de Culata) .....	39
2.2.11.	Barra de Perforacion.....	39
2.2.12.	Columna de Perforación.....	40

2.2.13.	Mantenimiento de Broca .....	41
2.2.14.	Perforación de Rocas.....	42
2.2.15.	Malla de perforación .....	42
2.2.16.	Tajos .....	43
2.2.17.	Tajeo por sub niveles con taladros largos.....	43
2.2.18.	Bourden.....	44
2.2.19.	Espaciamiento .....	44
2.2.20.	Fallas, desperfectos que afectan directamente en la perforación de taladros largos.	44
2.2.21.	Sistema Casing .....	46
2.2.22.	Desgaste Abrasivo .....	47
2.2.23.	Desgaste por fatiga .....	48
2.2.24.	Afilado de brocas .....	48
2.2.25.	Alineamiento .....	49
2.2.26.	Emboquillado .....	49
2.2.27.	Gestión de Mantenimiento .....	49
2.2.28.	Mantenimiento Preventivo .....	50
2.2.29.	Mantenimiento Correctivo .....	50
2.2.30.	Mantenimiento Predictivo .....	50
2.2.31.	Limpieza y Extracción .....	50

	X
2.2.32. optimización .....	51
2.2.33. Eficiencia.....	52
2.2.34. Eficacia.....	52
2.2.35. Optimizar.....	52
3. CAPITULO III DESCRIPCION DE LA MINA .....	53
3.1. GEOMECANICA .....	53
3.1.1. Índice de Calidad de Roca RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION).....	53
3.1.2. RMR (ROCK MASS RATING) .....	55
3.1.3. METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE LA TABLA GEOMECANICA EN ALPAYANA.....	57
3.2. METODOS DE EXPLOTACION.....	61
3.2.1. METODO DE EXPLOTACION SUB LEVEL STOPING (SLS).....	61
3.2.2. METODO DE EXPLOTACION VCR .....	62
3.3. OPERACIONES UNITARIAS (FASES DE EXPLOTACION).....	63
3.3.1. PREPARACION .....	63
3.3.2. EXPLOTACION: CICLO DE MINADO.....	70
4. CAPITULO IV OPTIMIZACION DE LA PERFORACION DE TALADROS LARGOS	76
4.1. LABORES DE EXPLOTACION DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACION	78
4.2. Fallas, desperfectos que afectan directamente en la perforación .....	79
4.2.1. Re perforación de taladros largos .....	80

4.2.2. Aceros de perforación.....	80
FACTORES DENTRO DEL TALADRO.....	91
▪ Longitud de taladro (Mayor la longitud, mayor la desviación) .....	92
▪ Tipo de roca .....	92
▪ Presencia de fracturas y/o fallas.....	92
▪ Roca panizada.....	92
▪ Presencia de geodas .....	92
FACTORES RELACIONADOS CON EL EQUIPO .....	92
▪ Baja presión de barrido (Agua y/o Aire).....	92
▪ regulación de las presiones de perforación. ....	92
▪ Equipo no adecuado para determinados trabajos.....	92
▪ Condición mecánica del equipo de perforación.....	92
FACTORES DE ACEROS DE PERFORACION .....	92
▪ Uso de tubo guía .....	92
▪ Sistema Casing.....	92
▪ Afilado correcto de la Broca.....	92
▪ Selección de adecuadas barras de perforación.....	92
FACTORES OPERATIVOS.....	92
▪ Mal posicionamiento del equipo Simba.....	92
▪ Error en la lectura de los ángulos de perforación. ....	92

▪ Mal emboquillado.....	92
▪ Presencia de desnivel en el piso para un óptimo emboquillado.....	92
▪ Estabilidad del equipo, mal funcionamiento del Stinger.....	92
4.3. VOLADURA.....	93
4.3.1. Diseño de carga.....	94
4.3.2. Cálculo del Factor de Voladura y Factor de Potencia.....	95
4.4. FACTORES DE OPERACIÓN.....	98
4.4.1. Capacitación a operadores y ayudantes simba.....	98
4.4.2. Presión de avance.....	101
4.4.3. Presión de percusión.....	104
4.4.4. Presión de rotación.....	106
4.4.5. Revoluciones por minuto RPM.....	107
4.5. Factores antes de la perforación.....	109
4.5.1. Rendimientos del equipo simba H-1254.....	109
4.5.2. Malla de perforación.....	110
4.5.3. CALCULO DEL BURDEN Y ESPACIAMIENTO.....	111
4.5.4. Equipo de perforación Simba H-1254.....	113
4.5.5. evaluación de tiempos de perforación de los equipos simba 1254.....	117
4.5.6. Performance de perforacion de los equipos simba.....	118
4.5.7. FACTORES DE PRODUCTIVIDAD.....	122

4.5.8. Confiabilidad de los equipos Simba 1254 .....	- 127 -
4.5.9. CAPACITACION A LOS OPERADORES SIMBA.....	- 129 -
5. CAPITULO V ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .....	- 130 -
5.1. Objetivo Especifico 1 .....	- 130 -
5.2. Objetivo Especifico 2 .....	- 133 -
5.3. Objetivo Especifico 3 .....	- 135 -
5.4. RESULTADOS DEL AHORRO DE COSTOS CON EL BUEN USO DE TUBOS GUIA -	136 -
6. CONCLUSIONES .....	- 140 -
7. RECOMENDACIONES.....	- 141 -
9. Bibliografía .....	- 142 -
10. ANEXOS .....	- 144 -
Ubicación y acceso. ....	- 145 -
GEOLOGIA.....	- 146 -
Geología regional y local.....	- 146 -
Geología estructural.....	- 151 -
Geología estratigráfica.....	- 152 -
RESERVAS Y RECURSOS.....	- 152 -

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Variables e indicadores.....	25
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variables e indicadores.....	25
<b>Tabla 3</b> Parámetros del rango de valores para el cálculo del RMR.....	56
<b>Tabla 4</b> Tabla SGI Compañía Minera Alpayana para labores de preparación y desarrollo .....	58
<b>Tabla 5</b> Tabla SGI Compañía Minera Alpayana para labores de explotación .....	59
<b>Tabla 6</b> Aceros de perforación simba H1254.....	81
<b>Tabla 7</b> Comparativa de la importancia del engrasado en los aceros de perforación.....	84
<b>Tabla 8</b> Uso de aceros durante el mes de diciembre 2022.....	87
<b>Tabla 9</b> Presiones de avance emboquillado (Ba).....	102
<b>Tabla 10</b> Presiones de avance plena perforación (Ba).....	103
<b>Tabla 11</b> Cuadro comparativo de un avance deficiente y un avance excesivo .....	104
<b>Tabla 12</b> PRESIONES DE Percusion (Ba).....	105
Tabla 13 Presiones de rotación (Ba) .....	107
<b>Tabla 14</b> Revoluciones por minuto (RPM).....	108
<b>Tabla 15</b> Presiones Recolectadas antes y durante la investigación .....	109
<b>Tabla 16</b> Rendimiento de perforación del simba J-10 .....	110
<b>Tabla 17</b> Características Básicas simba H1254 .....	114
<b>Tabla 18</b> Medición de tiempos promedio para un Simba .....	118
<b>Tabla 19</b> Control de tiempos y metros perforados (Rendimiento de perforación Simba H1254 .....	119
<b>Tabla 20</b> Análisis Costo/Beneficio Voladura Secundaria .....	121
<b>Tabla 21</b> Análisis Costo/Beneficio Personal.....	121
<b>Tabla 22</b> Análisis Costo/Beneficio Limpieza carga.....	122

<b>Tabla 23</b> Porcentaje de cumplimiento de los metros programados antes y durante la ejecución del trabajo de investigación .....	- 127 -
<b>Tabla 24</b> Metros perforados por los simbas año 2022 .....	- 131 -
<b>Tabla 25</b> Metros perforados año 2022 Simba J-10 .....	- 132 -
<b>Tabla 26</b> Metros perforados año 2022 Simba J-12 .....	- 133 -
<b>Tabla 27</b> Consumo Aceros mes diciembre 2022 Simba J-10 .....	- 134 -
<b>Tabla 28</b> Analisis Costos beneficio Voladura secundaria .....	- 137 -
<b>Tabla 29</b> Analisis Costos beneficio Personal .....	- 137 -
<b>Tabla 30</b> Analisis Costos beneficio Limpieza.....	- 138 -
<b>Tabla 31</b> Acceso a la undidad minera Alpayana por bus .....	- 146 -
<b>Tabla 32</b> Acceso a la unidad minera Alpayana por vuelo .....	- 146 -
<b>Tabla 33</b> Plan anual de produccion de la Uniddad Minera Alpayana año 2023 .....	- 154 -

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Metodo de explotacion SLS .....	32
<b>Figura 2</b> Metodo de Explotacion por VCR.....	33
<b>Figura 3</b> Diseño de malla de perforación de taladros largos radiales .....	34
<b>Figura 4</b> Equipo Simba 1254 Epiroc.....	35
<b>Figura 5</b> Componente Principales del Brazo del Simba H1254 .....	35
<b>Figura 6</b> Operador Simba 1254.....	37
<b>Figura 7</b> Brocas para la industria minera .....	38
<b>Figura 8</b> .....	39
<b>Figura 9</b> Barras de perforacion serie epiroc .....	40
<b>Figura 10</b> Componentes de la columna de perforación .....	40
<b>Figura 11</b> Afilado de Brocas .....	41
<b>Figura 12</b> diseño de malla de perforación de taladros largos Sección 20P.....	42
<b>Figura 13</b> Perforación de taladros largos en tajos con equipo simba 1254.....	43
<b>Figura 14</b> Desviación de taladros largos según herramientas de perforación.....	45
<b>Figura 15</b> Sistema Casing para la perforacion de taladros largos.....	46
<b>Figura 16</b> Aplicacion del sistema casing.....	47
<b>Figura 17</b> Proceso de afilado de brocas .....	48
<b>Figura 18</b> Extracción y carguío de mineral por un Scoop Tramp R1600H .....	51
<b>Figura 22</b> Calculo de RQD .....	54
<b>Figura 23</b> Clasificación del Macizo Rocoso RMR .....	55
<b>Figura 24</b> Perforación de taladros largos en la explotación de Sub Level Stopping .....	62
<b>Figura 25</b> Método de explotación VCR (Vertical cráter Retreat) .....	63
<b>Figura 26</b> Labores de explotación.....	64

<b>Figura 27</b> Rampas de acceso al cuerpo mineralizado .....	65
<b>Figura 28</b> Diseño de taladros largos en labores de Slot.....	67
<b>Figura 29</b> Malla de perforación de Labores de Slot.....	68
<b>Figura 30</b> Esquema de una galería de acuerdo a la mineralización .....	69
<b>Figura 31</b> Secuencia de minado para la explotación de Tajos por SLS .....	70
<b>Figura 32</b> Perforación de Taladros Largos Radiales .....	71
<b>Figura 33</b> Sistema Casing .....	72
<b>Figura 34</b> Camara de carguio de mineral.....	74
<b>Figura 35</b> Relleno detritico con scoop tramp.....	75
<b>Figura 36</b> Fases para la Optimización de perforación de Taladros largos .....	76
<b>Figura 37</b> Trazado de metas y objetivos de la investigación .....	77
<b>Figura 38</b> Estrategias para obtener mejor optimizacion .....	77
<b>Figura 39</b> Vista del tajo TJ 265 Nv.17 .....	78
<b>Figura 40</b> Reporte por simba últimos meses.....	79
<b>Figura 41</b> Aceros de perforacion de la serie epiroc .....	81
<b>Figura 42</b> Broca de botones 64mm para perforaciones de taladros Largos.....	83
<b>Figura 43</b> Ayudante Operador de Simba, engrasando los hilos de las barras y el shank, Simba 1254.....	85
<b>Figura 44</b> Proceso de afilamiento adecuado para brocas desgastadas .....	86
<b>Figura 45</b> Perforación de malla incompleta.....	89
<b>Figura 46</b> Perforación de taladros largos con mala calidad .....	91
<b>Figura 47</b> Perforación de calidad.....	91
<b>Figura 48</b> Brazo(pinzas), Barra de perforacio, shank y mordaza desalineada.....	93
<b>Figura 49</b> Distribucion de carga Tajo 265.....	95

<b>Figura 50</b> Diseño de perforación y voladura para el tajo 265.....	97
<b>Figura 51</b> Capacitación de Personal involucrados en el área de taladros largos .....	100
<b>Figura 52</b> Daño de las Brocas por perforación en vacío.....	102
<b>Figura 53</b> Rotura de Shank Adapter a causa de mayor presión de percusión y avance.....	106
<b>Figura 54</b> RPM recomendados por epiroc .....	107
<b>Figura 55</b> Diseño de malla de Perforación y diseño de carga del tajo TJ 265 .....	112
<b>Figura 56</b> Sección 24 tajo TJ 265 .....	113
<b>Figura 57</b> Equipo Simba 1254 .....	114
<b>Figura 58</b> Desviación de taladros con y sin uso de tubo Guía.....	120
<b>Figura 59</b> Desviación de taladros martillo en cabeza, DTH .....	120
<b>Figura 60</b> Reporte de los equipos simba antes del trabajo de investigación.....	124
<b>Figura 61</b> Reporte de los equipos simba durante la investigación.....	125
<b>Figura 62</b> Metros ejecutados antes y durante la investigación .....	126
<b>Figura 63</b> Tipo de parada para el Simba J-10 por falla mecánica o equipo .....	128 -
<b>Figura 64</b> Tipo de parada para el Simba J-10 por motivos que no sean mecánicos o del equipo..	129 -
<b>Figura 65</b> Consumo de acero mes Diciembre J-10.....	133 -
<b>Figura 66</b> Consumo explosivos programado y ejecutado mes diciembre 2022 en cuerpos ..	135 -
<b>Figura 67</b> Consumo explosivos programado y ejecutado mes diciembre 2022 en vetas .....	136 -
<b>Figura 68</b> Acceso y ubicacion de la compañía minera Alpayana .....	145 -
<b>Figura 69</b> Geología regional de la Unidad Minera Alpayana .....	149 -
<b>Figura 70</b> Geología Local de la Unidad Minera Alpayana .....	150 -

**INDICE DE ABREVIATURAS**

<b>SLS</b>	:Sub Level Stoping
<b>VCR</b>	: Vertical Crater Retreat
<b>RMR</b>	:Rock Mass Rating
<b>RQD</b>	:Rock Quality Designation
<b>B</b>	:Burden
<b>E</b>	:Espaciamiento
<b>RPM</b>	:Revoluciones Por Minuto
<b>U.O</b>	:Unidad Operativa
<b>DTH</b>	:Down The Hole

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Para la explotación de minerales en minería subterránea consta una gran cantidad métodos de explotación que pueden ser aplicados en distintas formaciones y estructuras mineralizadas que se presentan, estas formaciones y estructuras cuentan con características propias que proporcionan ventajas y desventajas, para ello se debe seleccionar el método más viable y rentable para que pueda ser una explotación optima, ya que una mala selección o una mala gestión puede generar perdidas o mayores gastos.

Actualmente en el Perú las empresas mineras que aplican el método de explotación Sub Level Stopping son diversas, entre ellas están Huaron, Yauli, San Rafael, Condestable, Cerro Lindo, entre otros, en el cual tienen el objetivo de una producción masiva de mineral.

El método de explotación por Sub Level Stopping para la explotación de cuerpos mineralizados es una alternativa que la compañía minera Alpayana viene implementando y desarrollando para poder incrementar su nivel de producción.

La operación unitaria de perforación es significativa para la explotación de cuerpos mineralizados, por ende, hay que ser rigurosos en los parámetros de perforación, luego su estandarización para mejorar su optimización de este proceso, con el objetivo de reducir los

costos por metro perforado y maximizando el rendimiento en las perforaciones de taladros largos el cual será beneficioso para la empresa minera.

En la compañía minera Alpayana, para el caso de explotación de cuerpos se lleva a cabo con equipo Simba H-1254 y S7D de la empresa EPIROC, debido a factores favorables como son el tipo de roca regular a buena.

En las perforaciones de taladros largos en la compañía minera Alpayana se observó algunos factores que generan demoras operativas que presentan complicaciones en los rendimientos en las perforaciones de taladros largos, que afectan negativamente la producción de mineral a explotar, así como también elevan los costos de perforación, y en muchos casos la vida útil de los accesorios de perforación se ven perjudicados negativamente sin cumplir con la vida útil.

## **1.2. Formulación del problema**

Por todas las consideraciones expuestas, el problema de investigación se resume en lo siguiente.

### ***1.2.1. Problema general***

¿Cuáles son los factores en los rendimientos de la perforación de taladros largos con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping en el tajo TJ-265, zona Casapalca, compañía minera Alpayana S.A.C.?

### ***1.2.2. Problemas específicos***

**P.E.1.** ¿Cómo mejorar los factores técnicos que influyen en la vida útil de los aceros en la perforación de taladros largos con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.?

**P.E.2.** ¿Cuál es el comportamiento de los factores operacionales en la perforación de taladros con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping largos en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.?

**P.E.3.** ¿Cuál es la mejor alternativa para mejorar el rendimiento de los metros perforados de taladros con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Mejorar el rendimiento considerando los factores técnicos y operacionales para la perforación de taladros largos con equipos simba H-1254, en la Unidad Minera Alpayana..

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

**O.E.1.** Determinar los factores técnicos que influyen en la vida útil de los aceros de perforación de taladros largos con equipos simba 1254 en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

**O.E.2.** Determinar los comportamiento operacionales en la perforación de taladros largos con equipos simba 1254 en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.

**O.E.3.** Determinar la mejor alternativa para mejorar el rendimiento de metros perforados para taladros largos con equipos simba 1254 en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.

### **1.4. Justificación de la Investigación**

La finalidad del estudio de investigación es la de proponer e implementar una mejora de perforación de taladros largos con equipos simba para optimizar el proceso unitario y reducir los costos unitarios en la Unidad Minera Alpayana.

Los costos operacionales y los insumos utilizados en cada proceso unitario en la explotación de cuerpos mineralizados son relativamente altos, para ello el presente trabajo busca reducir los costos operacionales en el proceso unitario de la perforación de taladros largos con equipo Simba H-1254 e incrementar los metros perforados en la unidad Alpayana.

En una operación minera se sabe que la operación unitaria de perforación es una actividad que genera mayores costos, así que plantear alternativas para lograr reducir los costos de operación, el presente proyecto de investigación nos permitirá optimizar en la perforación de taladros largos controlando los factores técnicos y económicos que influyen en la perforación de taladros largos con equipos simba H-1254, ya que esta actividad contempla un porcentaje alto en los costos operativos y también representa un porcentaje alto en el ingreso mensual de la empresa, siendo su pilar fundamental los metros perforados por parte de los equipos simba.

El análisis de los factores técnicos y económicos, así como las horas muertas y tiempos improductivos, uso óptimo del equipo simba, influencia de los factores operativos, nos permitirá analizar a detalle y poder dar alternativas para mejorar sus rendimientos impactando positivamente al proceso productivos en el ciclo de minado en la unidad minera Alpayana.

**METODOLÓGICA:** Las características anisotrópicas que presenta el yacimiento minero de la compañía minera Alpayana, permite establecer una infinidad de interpretaciones que conllevan al estudio de la viabilidad de las operaciones unitarias, por ende, la necesidad fundamental de establecer una metodología para la correcta caracterización y evaluación de la información recopilada en campo.

**TECNOLÓGICA:** La aplicación de la perforación de taladros largos en cuerpos mineralizados, métodos y diseños de mallas de perforación, contemplan dificultades operativas presentes que económicamente se pueden optimizar minimizando sus costos y maximizando los resultados

(metros avanzados), adaptando nuevos insumos, equipos y criterios operativos a todos los parámetros de perforación que se han venido desarrollando en la explotación subterránea en cuerpos mineralizados usando equipos Simba H-1254.

ACADÉMICA: El conocimiento adquirido en la universidad, la práctica y la experimentación se sintetizan en el estudio de un problema crítico que acoge a las unidades mineras como es la optimización en los factores que influyen en la perforación con equipos Simba H-1254, el cual siendo un tema de investigación para mejorar y optimizar este proceso unitario, por consiguiente una tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, enriquece e incrementa la bibliografía para mejorar los parámetros de perforación en taladros largos con equipos Simba H-1254 y similares casos que actualmente se continúa en investigación y análisis.

## **1.5. Hipótesis de la investigación**

### ***1.5.1. Hipótesis general.***

Aplicando y capacitando las buenas prácticas técnico y operacionales en equipos simba H1254 se podrá incrementar los metros perforados en taladros largos.

### ***1.5.2. Hipótesis específica.***

**H.E.1.** Los factores técnicos y las buenas prácticas determinan el incremento de los metros perforados en taladros largos, optimizando el rendimiento de los equipos simba H-1254.

**H.E.2.** Con las buenas prácticas y el buen desempeño de los operadores de los Simba 1254 se garantizará alargar la vida útil de los aceros, así como también lograr un mayor metraje en las perforaciones.

**H.E.3.** El mejoramiento de los factores técnicos y operacionales permitirá seleccionar una mejor alternativa para incrementar los metros perforados en taladros largos a menor costo, pudiendo así estandarizar para equipos simba H-1254

## 1.6. VARIABLES E INDICADORES

**Tabla 1**

*Variables e indicadores*

VARIABLE	DENOMINACIÓN	INDICADOR
DEPENDIENTE	Rendimiento de perforación	(m)metros lineales
	*Condiciones geomecánicas	*RQD, RMR
	*disponibilidad mecánica	*%
INDEPENDIENTE	*mantenimiento	*Correctivo, predictivo, preventivo, programado
	*eficiencia del operador	%

**Nota:** Elaboración propia

## 1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

**Tabla 2**

Operacionalización de variables e indicadores

	Variable	Dimensiones	Indicadores	Medida	
DEPENDIENTE	Rendimiento de la perforación	Metros lineales	metros perforados	(m)	
INDEPENDIENTES	Condiciones geomecánicas	Calidad del macizo rocoso	RMR, RQD	(%)	
	Disponibilidad mecánica	Confiabilidad	Frecuencia de fallas mecánicas	Hr	
			Tiempo medio de reparación	Hr	
	Mantenimiento		Predictivo	Tiempo medio entre fallas	Hr
			preventivo	Disponibilidad y confiabilidad	%
			programado	Eficiencia general	Hr
Eficiencia del operador	desempeño y rendimiento	Porcentaje	%		

**Nota:** Elaboración propia

## **1.8. METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

El presente estudio se realizará bajo el enfoque cualitativo, de naturaleza descriptiva orientada a analizar las causas y efectos en una implementación de una mejora en los rendimientos de perforación con equipos Simba 1254.

Se considera una Investigación Tecnológica, ya que se buscan aplicaciones prácticas de los conocimientos, para el mejoramiento de los factores de perforación en taladros largos con equipo Simba H-1254 de la marca Epiroc, en el tajo TJ265, mejorando técnicas operativas en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.

### ***1.8.1. Tipo de Investigación***

El diseño para esta investigación es no experimental, ya que no se manipula intencionalmente varias variables independientes, la naturaleza de la investigación es descriptiva ya que se evaluará a los operadores y equipo Simba se implementará la mejora en los rendimientos de perforación de taladros largos analizando la causa y efecto.

**Correlacional:** Porque su interés se centra en demostrar porque ocurre un fenómeno (variable dependiente) y en qué condiciones se manifiesta (variable independiente), es decir se explica la relación que tiene la optimización de los factores de perforación de taladros largos en el tajo TJ265 con los criterios de su diseño de malla de perforación.

## **1.9. Población y muestra**

### ***1.9.1. Población***

La población del presente trabajo de investigación está conformada por los tajos en explotación que existen en la compañía minera Alpayana.

### **1.9.2. Muestra**

Para el presente trabajo la muestra representativa es el tajo TJ265 considerada en el presente trabajo de investigación, para la perforación de taladros largos con el equipo simba 1254 en la investigación de la unidad Minera Alpayana.

### **1.10. Limitaciones**

La investigación tuvo limitaciones en la toma de datos a mayor precisión ya que los datos se podían recolectar aún más cantidad para un mejor análisis, pero los recursos para lograrlo eran limitados.

### **1.11. Técnica de recolección de datos**

Las técnicas para la recolección de datos para este caso serán:

- Entrevista con ingenieros especialistas relacionados al tema.
- Observación; fotografías, material audiovisual, etc.
- Consulta de tesis, libros, catálogos, internet, etc.
- Recopilación de información de la Superintendencia de Mina de la compañía minera Alpayana S.A.C
- Recopilación de información del área de Geología compañía Minera Alpayana S.A.C.
- Recopilación de información de la Jefatura de Geomecánica Compañía Minera Alpayana
- Recopilar información del Área de Costos de la Compañía Minera Alpayana.
- Entrevista con los operadores Simba.

### **1.12. Procesamiento de análisis de Datos**

Los datos obtenidos se procesarán mediante el uso mediciones de tiempo en campo, ecuaciones matemáticas e introducción de datos al computador activándose programas informáticos tales como; AUTOCAD 3D, Microsoft Office.

### **1.13. Análisis de Datos**

- Revisar y analizar la información obtenida en campo.
- Analizar e interpretar los datos y salida, obteniendo durante la simulación del Software en condiciones actuales.
- Analizar e interpretar los resultados encontrados con la incorporación de los nuevos estándares para la optimización de la perforación de taladros largos en el tajo 265.
- Analizar alternativas seleccionadas.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

1) Gonzales, (2016) en su trabajo de investigación titulada “Evaluación de parámetros de perforación de barrenos y correlación con la geología del terreno” de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas-España llega a la conclusión analizando las características de las máquinas que se usaron para perforar se determinó que existe variación en los parámetros de perforación y estos proporcionan información relevante para estimar las características como dureza y fracturas de las rocas, los metros de perforación tienen mucha dependencia de las características de perforación.

2) Rubén Mayoral Fernández (2012) en su tesis titulado “Optimización técnico-económica de perforación de barrenos en terrenos homogéneos” de la Universidad de Oviedo-España llega a la conclusión siguiente: Se concluye que es posible cuantificar mediante unos parámetros obtenidos de datos experimentales, la mayor o menor idoneidad de un diseño de broca de perforación, de forma comparativa, en base a un macizo objetivo.

##### 2.1.2. *Antecedentes Nacionales*

1) Japherson Uriek Zapana Alarcón (2022) con el tema de tesis “INFLUENCIA DE LOS FACTORES TÉCNICOS-OPERACIONALES EN EL RENDIMIENTO DE ACEROS DE

## PERFORACIÓN USADOS EN LAS LABORES DE DESARROLLO EN LA UNIDAD

MINERA HUANCAPETI” de la Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco tiene

como objetivo General determinar la influencia de los factores técnico-operacionales en el

rendimiento de los aceros de perforación en las labores de desarrollo de la Unidad Minera

Huancapeti. llegando a la conclusión A través de la regresión lineal se determina que, de las tres

presiones de trabajo en la perforación, la presión de percusión tiene el mayor nivel de

contribución (55.25%) en el modelo elaborado. Valor que permite entender y continuar con una

investigación con el objetivo de concentrar los esfuerzos de mejora continua sobre dicha presión

de trabajo.

2) Jimmy Remigio Chambi Chambi (2019) y su tesis “ANALISIS Y OPTIMIZACION DE LAS OPERACIONES DE PERFORACION Y VOLADURA PARA EL DESARROLLO DE

ESTANDARES TECNICOS E INCREMENTO DE UTILIDADES EN MINA TAMBOMAYO”

de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa tiene como objetivo General analizar y

optimizar la perforación y voladura de rocas para maximizar las utilidades en la mina

Tambomayo. Llegando a la conclusión “Se logro mejorar el diseño de malla de perforación,

optimizando los costos unitarios para el incremento de Utilidades”.

3) Keny Marquiño Vallejos copacati (2022) con tema titulado “OPTIMIZACIÓN DEL

PROCESO DE PERFORACIÓN DOWN THE HOLE DTH PRECORTE A TRAVÉS DE UN

ESTUDIO COMPARATIVO DE BROCAS” de la Universidad Nacional de Moquegua que

marco como objetivo general minimizar el costo total de perforación precorte, sobre la base de

una prueba de brocas. Llegando a la conclusión siguiente “Se logro minimizar el costo total de

perforación, en base a una prueba de brocas dando como resultado 7.60US\$/m a la marca

Mincon con el menor costo total de perforación”.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Metodo de explotación Sub Level Stoping (SLS)**

El método de explotación Sub level Stoping se caracteriza por ser un método el cual aprovecha las características del macizo rocos que sirven de sostenimiento natural, el cual se emplean pilares aprovechando su buzamiento y características naturales que ofrece el yacimiento minero.

Este método de explotación consiste en fraccionar el cuerpo mineralizado en varias secciones verticales que faciliten la explotación en tramos. En Alpayana la perforación de taladros largos se van recolectando varias secciones para su posterior explotación o voladura para la extracción de mineral.

Este método consiste en la preparación de niveles y subniveles a partir de una galería principal que sirve de acceso al cuerpo mineralizado y poder perforar a partir de ellas taladros largos.

La aplicación del método Sub Level Stoping es favorable en cuerpos o vetas con anchos mayores a 10m, para que sea aún más favorable, la estructura mineral debería ser de forma regular.

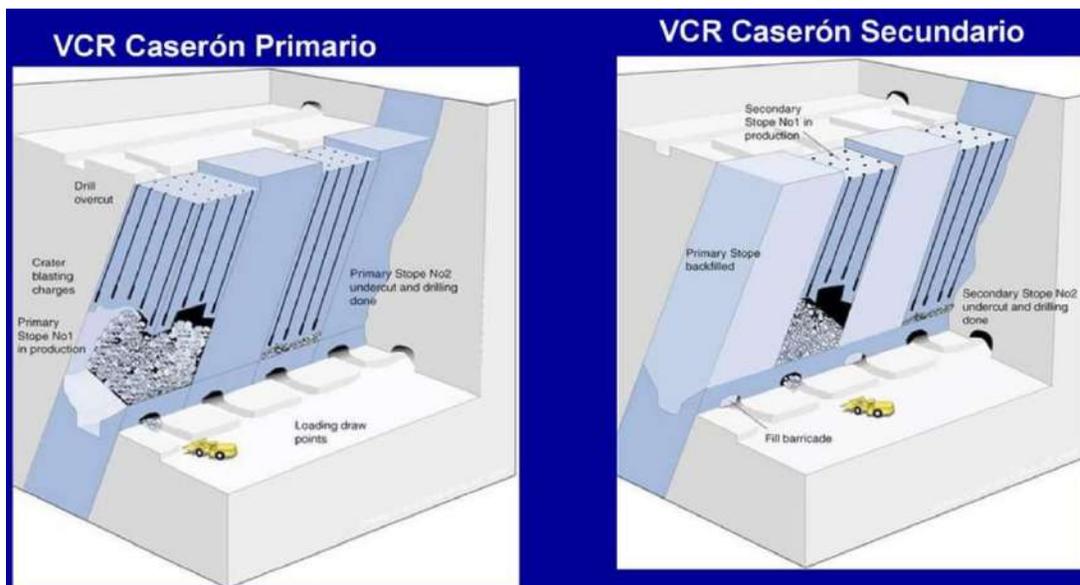
Los yacimientos con RMR mayores a 50 son las más favorables ya que sus cajas poseen una buena calidad donde favorecen su sostenimiento natural y facilitan la explotación.

El siguiente grafico nos muestra el diseño de explotación para Sub level Stoping, detallando sus etapas, preparación, explotación y extracción de mineral.



**Figura 2**

Metodo de Explotacion por VCR



Fuente: Hustrulid W., Bullock R. (2001)

### 2.2.3. Taladros Largos.

El empleo de taladros largos en la explotación de Sub level stoping facilita disparar tajos de grandes dimensiones, para ello las mallas de perforación van de acuerdo con las características del macizo rocoso y geomecánicas.

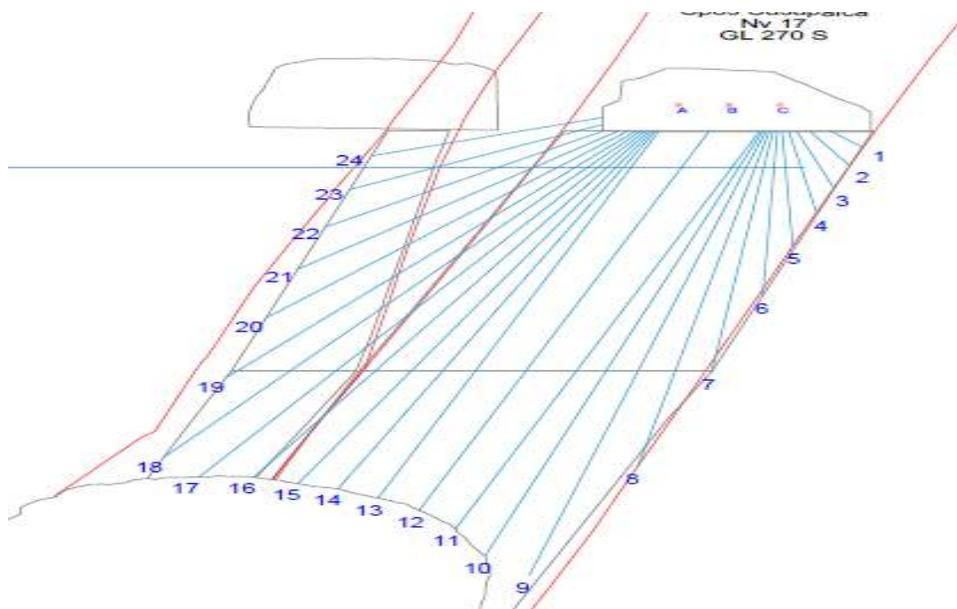
Para la perforación de taladros largos se realizan con equipos de gran dimensión, siendo estas las Simba y/o Jumbos en sus diferentes modelos, así como también las DTH.

La explotación de Sub Level Stopping empleando taladros largos nos facilita el disparo de bloques grandes rompiendo volúmenes grandes de mineral, para ello las características geomecánicas deben ser favorables, la inclinación, buzamiento del mineral, entre otros factores. La siguiente figura podemos apreciar el diseño de perforación de taladros largos del tipo radial,

que son frecuentes para cuerpos mineralizados de mayores dimensiones, llegando a recuperar gran porcentaje de estos cuerpos mineralizados

### **Figura 3**

Diseño de malla de perforación de taladros largos radiales



Fuente: Área de planeamiento (U.M. Alpayana-2022)

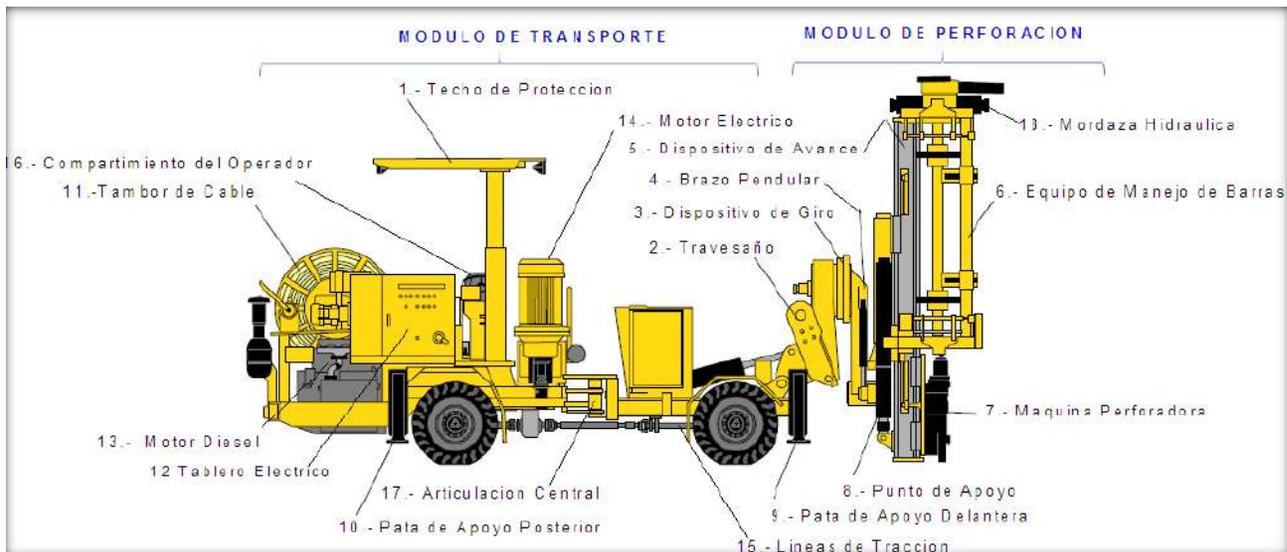
#### **2.2.4. Equipos Simba**

Los equipos Simba son equipos de bajo perfil para trabajos en minería subterránea, diseñados para la perforación de taladros largos, estos equipos están diseñados tanto para galerías de tamaño pequeño o mediano, hay dos tipos de equipos simba que son de martillos en cabeza y martillos de fondo.

Apreciamos en el siguiente gráfico un equipo simba 1254 para perforaciones de taladros largos, siendo este un equipo versátil para perforaciones radiales de cuerpos mineralizados y sus componentes principales de su brazo de perforación.

**Figura 4**

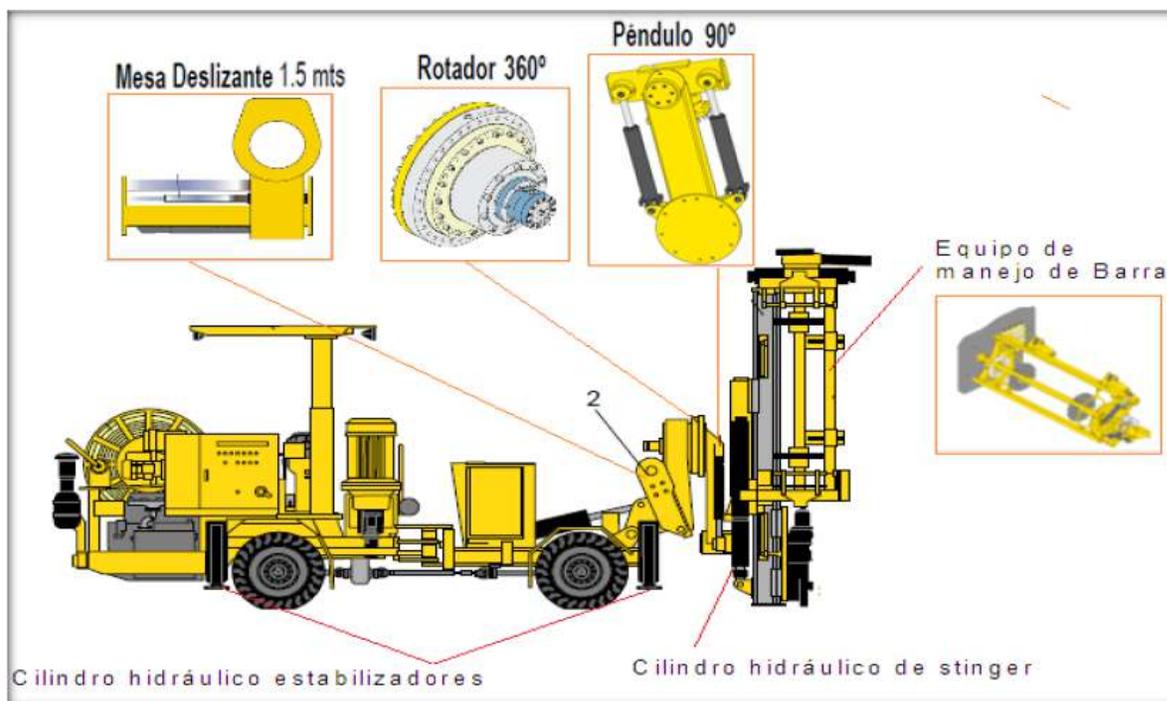
Equipo Simba 1254 Epiroc



Fuente: Manual de instrucciones de operación simba, Epiroc

**Figura 5**

Componente Principales del Brazo del Simba H1254



Fuente: Manual de instrucciones de operación simba, Epiroc

### **2.2.5. Control de Calidad**

En minería el control de calidad es la implementación de herramientas de gestión y control para lo cual una empresa minera busca su mejora en procesos y mejorar la productividad, asegurando el cuidado y la mejora continua en los procesos mineros para la obtención de mineral, posteriormente estandarizarlos procesos unitarios, para la propuesta de la investigación se contara con el control mediante herramientas de gestión, supervisión, realizar comparaciones, pruebas y medidas en los taladros largos para determinar acciones para mejorar su rendimiento de las perforaciones de taladros largos.

### **2.2.6. perforación y voladura.**

En la explotación por Sub Level Stopping en la Unidad Minera Alpayana las perforaciones se realizan con equipos Simba 1254 y Simba S7D según sea favorable la malla de perforación, acumulando grandes cantidades de taladros para posteriormente sean disparados para fragmentar grandes cantidades de mineral roto.

Para los procesos de voladura es importante saber la cantidad de secciones que se fragmentara, siendo este proceso en retirada. Debemos tener en cuenta también factores como son la dureza, la cantidad de explosivo que se usaran, sistema de iniciación, la malla de voladura, entre otros.

### **2.2.7. Acero**

El acero es una mezcla de hierro y carbono con porcentajes máximo de 1.7% de carbono, pero varían generalmente entre 0.008% y 2.11% el cual este elemento le da mayor resistencia al desgaste, corrosión, entre otros.

### **2.2.8. Operador Simba**

Es aquella persona capacitada para poder operar maquinaria Simba, que pueda cumplir con los procedimientos operativos en perforaciones de taladros, con los estándares de seguridad establecidos.

Podemos apreciar en la siguiente figura un operador de simba H-1254 el cual realiza su perforación de taladros largos positivos desde un telemando el cual le da mayor visibilidad en la perforación.

#### **Figura 6**

Operador Simba 1254



Fuente: Propia (2022)

### **2.2.9. Broca**

La broca es una herramienta o accesorio que tiene como función realizar taladros en distintos materiales o tipos de rocas. Este accesorio trabaja con una maquina perforadora, y este

va con una barra de acero siendo el elemento final de una columna de perforación, este es encargado de transmitir la energía generada de la perforadora hacia la roca.

La broca tiene botones elaborada de carburo de tungsteno, tiene la forma cilíndrica.

Las brocas tienen orificios laterales y centrales por el cual se inyectan fluidos ya sea aire y/o agua que facilitan el barrido de detritus generados por desgastar la roca con el impacto de la broca.

Las brocas son accesorios de vital importancia en la columna de perforación a la hora de realizar taladros, ya que este accesorio este encargado de transmitir toda la energía de impacto desde la perforadora hasta las rocas.

El siguiente grafico detalla brocas tipo botones de la marca epiroc

### ***Figura 7***

Brocas para la industria minera



Fuente: Atlas Copco

### **2.2.10. Shank Adapter (Adaptador de Culata)**

El shank es un accesorio para la perforación conocido también como adaptador de culata, este accesorio está ubicado en la perforadora cumpliendo su función de recibir la energía de impacto, empuje y rotación, transmitiendo toda esa energía a la columna de perforación llegan hasta la broca.

En la siguiente figura podemos apreciar los diferentes modelos que hay en el mercado de shank adapter de la marca epiroc.

#### **Figura 8**

Shank adapter serie epiroc



Fuente: epiroc

### **2.2.11. Barra de Perforacion**

La barra de perforación es un accesorio de acero, este consiste en una barra hueca que tiene rosca en ambos extremos, existen dos tipos: hexagonales y redondos.

Estas barras tienen conexiones macho y hembra, con el fin de adaptarse al shank y a la broca tal y como se muestra en la figura 8, existe una variedad y tipos de barras de perforación en la serie epiroc y otras marcas

**Figura 9**

Barras de perforación serie epiroc



Fuente: epiroc

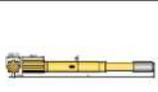
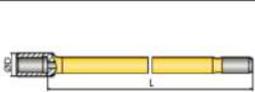
### 2.2.12. Columna de Perforación

La columna de perforación es el conjunto de elementos que se encuentran unidos entre sí, las cuales está conformada principalmente por el Shank Adapter, barras de perforación y broca de botones.

Los componentes de la columna de perforación o tren de barras se muestran en la siguiente figura, el cual consta principalmente por Shank, Barra y broca.

**Figura 10**

Componentes de la columna de perforación

SHANK	BARRA	BROCA	
			
Atlas Copco COP 1838 x 525mm (90516121)	T38 - RD 38mm - T38 x 5' (90510720)	T38 x 64mm Retráctil (90029467)	Broca rimadora domo 127mm (90029784)

Fuente: Epiroc

### ***2.2.13. Mantenimiento de Broca***

Para alargar la vida útil de las brocas es importante el cuidado y mantenimiento, se realiza con el objetivo de conseguir la forma original del botón una vez usadas las brocas.

El afilado de brocas se realiza cuando existe una disminución en la velocidad de penetración debido al desgaste de botones tal como se muestra en la figura, esto aporta en el ahorro de aceros de perforación y también al cuidado de los componentes de la columna de perforación y la maquina perforadora.

La siguiente figura se puede observar la forma correcta de afilar una broca, para mantener los ángulos y la simetría de los botones.

#### ***Figura 11***

Afilado de Brocas



Fuente: Epiroc

### 2.2.14. Perforación de Rocas

La perforación de rocas es una actividad unitaria que forma parte de un proceso minero, con el fin de extraer mineral del subsuelo.

La Actividad de la perforación consiste en realizar huecos cilíndricos o taladros, con el fin de poder alojar explosivos y realizar una voladura.

En este trabajo de investigación se enfocará en la perforación de rocas con taladros largos.

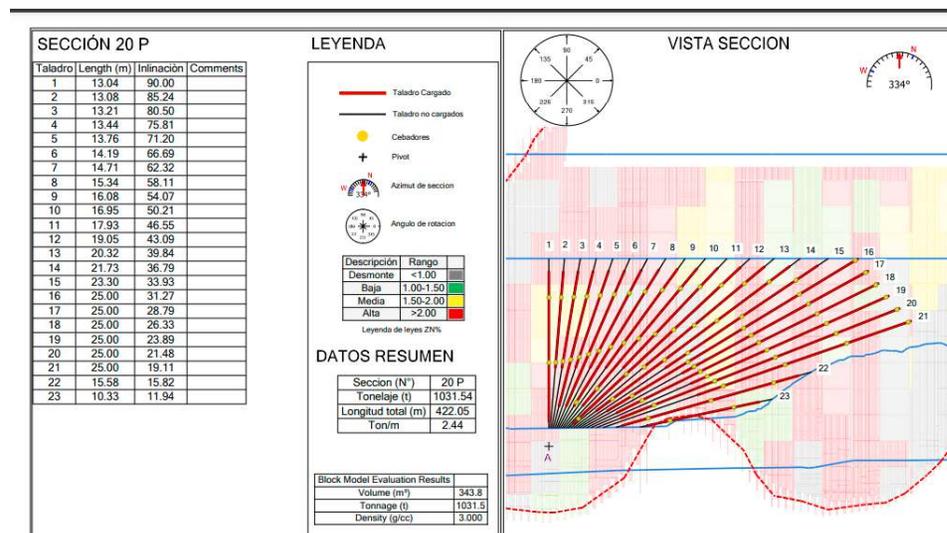
### 2.2.15. Malla de perforación

Es la forma en la que se distribuyen los taladros de una voladura, considerando básicamente a la relación de Burden y Espaciamiento y su directa vinculación con la profundidad de taladros.

Podemos apreciar la malla de perforación de una sección de taladros largos radiales en la siguiente figura, donde se aprecia la longitud de perforación, burden, espaciamiento, tonelaje, tonelaje por metro, densidad y el volumen que se desea obtener durante la voladura

**Figura 12**

diseño de malla de perforación de taladros largos Sección 20P



Fuente: Área de planeamiento Alpayana (2022)

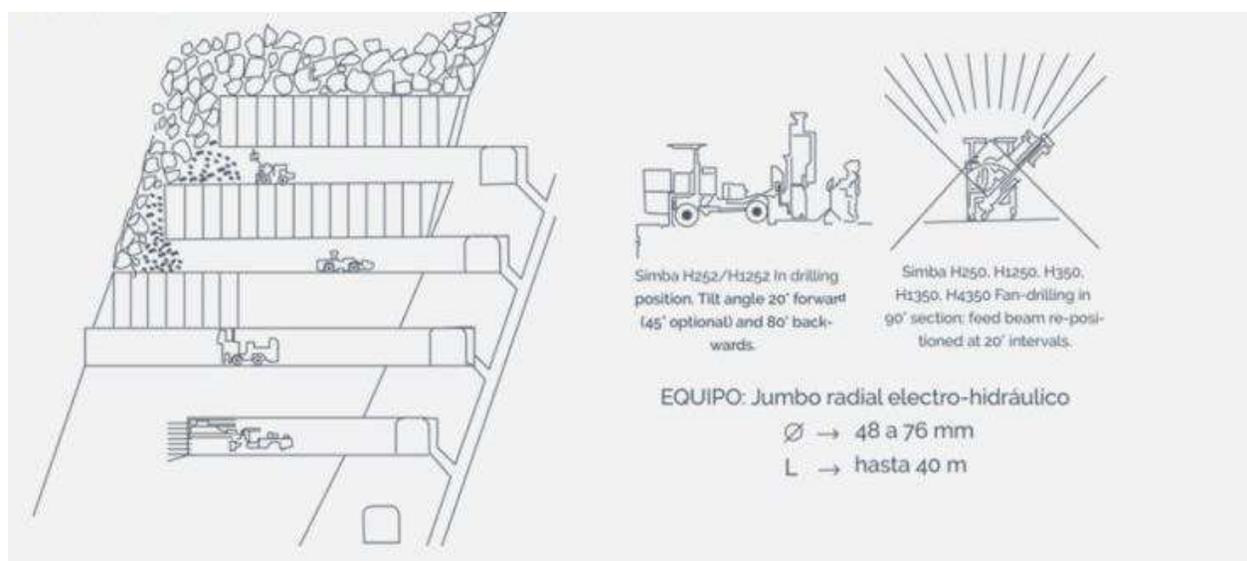
### 2.2.16. Tajos

Son labores de donde se realiza la explotación del mineral, está compuesto por uno o más blocks, que son áreas cubicadas y que pueden ser explotados en forma simultánea o secuencial.

Tal y como se muestra en la figura, la perforación de los tajos se realiza por las galerías y subniveles, previa preparación de los tajos previa preparación.

#### Figura 13

Perforación de taladros largos en tajos con equipo simba 1254



Fuente: epiroc

### 2.2.17. Tajeo por sub niveles con taladros largos

El tajeo por sub niveles también es conocido por el método de explotación Sub Level Stopping que actualmente en la mayoría de las unidades mineras subterráneas aplican este método con taladros largos. Para el minado de los tajos por subniveles consiste en el arranque de dos puentes ubicadas entre dos subniveles, o de sub nivel a nivel siendo en sentido ascendente o descendente. Va depender que tipo de tajeo por subnivel se van a explotar, ya que hay dos versiones que son perforaciones en paralelo y la segunda versión son con taladros radiales.

### **2.2.18. Burden**

Se define como la distancia del eje del taladro a la cara libre, también como la línea de menor resistencia de un medio rocoso a la cara libre, donde el explosivo desarrolla su máximo trabajo en lo que se refiere a voladura de rocas.

CALCULO DE BURDEN PEARSE:

$$B=(K*D/12)* \sqrt{P/Std}$$

Donde:

B=Burden

K= constante que depende de la carga de explosivos y de la roca (0.7-1.0)

D= diametro del taladro (en pulgadas)

P= presion de detonacion de la carga explosiva (PSI)

Std= Resistencia dinamica de la roca

### **2.2.19. Espaciamiento**

Es la distancia entre los taladros de una misma fila y es perpendicular al Burden.

$$E=(1.8-2.0)*B \text{ (DISPARO DE MUCHAS FILAS)}$$

$$E=(1.0-1.2)*B \text{ (PARA MALLAS RECTANGFULARES)}$$

### **2.2.20. Fallas, desperfectos que afectan directamente en la perforación de taladros largos.**

#### **2.2.20.1. Fallas, desperfectos que afectan directamente en la perforación**

Para la investigación se hará seguimiento a los metros perforados por los equipos Simba H1254 con el fin de detectar las fallas o malas prácticas que afectan el performance de la actividad de perforación de taladros largos.

- Malas prácticas del operador.
- Problemas con la presión del agua y/o aire
- Fugas de aceite hidráulico

- Desviación de los taladros mayores a 8%
- Problemas con la presión de percusión, rotación, avance, RPM
- Ausencia de comunicación efectiva y coordinación de los taladros perforados.
- Problemas con la estandarización de mangueras de percusión, rotación, otros
- Alineación de la perforadora y barras de perforación.

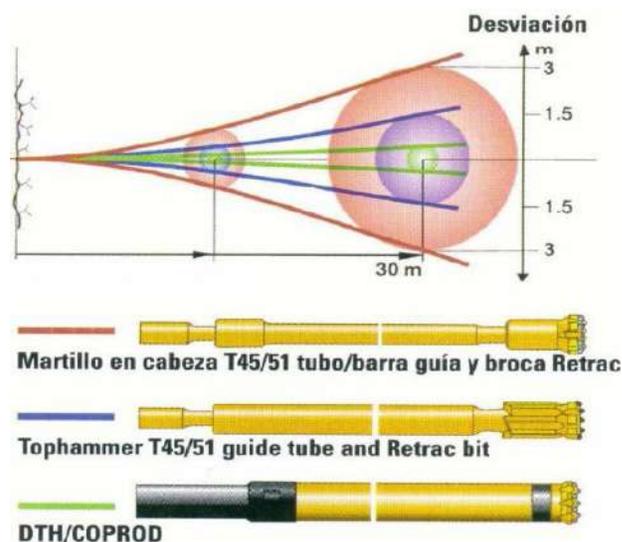
### 2.2.20.2. Control de desviación de taladros.

La finalidad de poder controlar la desviación de taladros es obtener una mejor fragmentación de rocas a la hora del disparo, se usa el inclinómetro el cual mide la desviación o rotación en una estructura.

A mayor longitud de perforación de taladros largos, la desviación se va incrementando, así también depende del tipo de martillo que se usa (martillo en cabeza o martillo de fondo DTH) o el uso de tubo guía. Ver Figura 13.

#### **Figura 14**

Desviación de taladros largos según herramientas de perforación



Fuente: Symposium de taladros largos; Atlas Copco 2005

Podemos apreciar que las perforaciones con equipos DTH tienen menor desviación de taladros, seguido por el uso de tubo tac o tubo quia que también tiene menor desviación que la perforación tradiciones que están señaladas en color rojo del gráfico anterior.

### **2.2.21. Sistema Casing**

El sistema casing se usa para recubrir el interior de un taladro perforados, con la finalidad de poder estabilizar las barras de perforación y reducir la desviación de taladros para obtener una mejor voladura, ya que el éxito de una voladura depende de la calidad de perforación.

Es recomendable aplicar en rocas malas en taladros negativos para evitar los atascamientos de barra que se pueden producir durante la perforación, ya que la evacuación de los detritus es por los costados del tubo casing, el uso de este sistema ayuda con la velocidad de perforación y mejor calidad de perforación, también hacen que los aceros de perforación duren más. El sistema se detalla en el siguiente gráfico.

#### **Figura 15**

Sistema Casing para la perforacion de taladros largos



Fuente: Infomintecc

**Figura 16**

Aplicacion del sistema casing



Fuente: Infomintec

- Primero se realiza la perforación de un taladro guía con broca de 3” el cual alojara el tubo casing una longitud de 40cm
- Se colocará el tubo casing de aproximadamente 60cm dejando hasta 20cm sobre la superficie para poder evacuar los detritus
- Se procedera a cambiar la broca a 2 ½” el cual se procederá la perforación de taladros negativos.
- Una vez terminado la perforación del taladro, se procederá a recuperar las barras de perforación, y finalmente a recuperar el tubo casing.

### **2.2.22. Desgaste Abrasivo**

El desgaste abrasivo ocurre a causa de las partículas de mayor dureza al momento de la perforación donde el acero hace contacto con la superficie, el material por altas velocidades se deforma el material.

### ***2.2.23. Desgaste por fatiga***

El desgaste por fatiga es una consecuencia por la combinación termomecánica, donde la fuerza de corte cíclicos entre las asperezas de las superficies de contacto, donde se generan agrietamiento e incluso la rotura. Un corte inestable este va generando calentamientos alternos que son causados por impactos térmicos.

Este desgaste sucede durante la presencia de material duro con alta tenacidad con otro material más blando. Sin embargo, este desgaste esta plasmada por la deformación plástica es la que predomina.

### ***2.2.24. Afilado de brocas***

Las brocas durante la perforación suelen desgastarse y su rendimiento baja, para recuperar sus niveles adecuados de perforación se procede al afilado para dar simetría a los botones, si en caso se usa una broca desgastada sin afilar este puede afectar negativamente a la columna de perforación, ya que este genera sin buena rotación y ejerce mayor fuerza de compresión.

### ***Figura 17***

Proceso de afilado de brocas



Fuente: Sandvik

- Verificar el ángulo de a broca
- Acerque la broca gastada al afilador intercalando los botones y de lado a lado dando la forma simétrica y que presente el Angulo simetrico.
- Una vez terminado con el afilado, verificar si se realizó correctamente

### ***2.2.25. Alineamiento***

Existen varios factores para el cual afecten el alineamiento de los barrenos, consecuentemente afectan al ritmo de la perforación e incluso afecta a la desviación de taladros.

Para una buena perforación los barrenos deben tener una rectitud más precisa para que los taladros tengan una buena calidad para ello el alineamiento del shank, barras de perforación, pinzas y la mordaza deben estar bien alineadas para realizar perforaciones de buena calidad.

### ***2.2.26. Emboquillado***

En la actividad de perforación el emboquillado es un factor principal para poder tener una buena perforación, ya que este asegura la broca para que pueda empezar a perforar.

Un buen emboquillado garantiza un taladro con menor desviación, este se va realizando donde la broca presiona la superficie de la roca, se inicia considerando la presión de avance y la presión de percusión baja, para taladros negativos el emboquillado al inicio de la perforación, el barrido se hace con aire con una presión mínima de 5 bares, una vez penetre por lo menos 1 pie, se aumenta la energía de impacto y el avance.

### ***2.2.27. Gestión de Mantenimiento***

La gestión de mantenimiento de equipos mineros, para este caso de equipos simba, es una actividad muy importante en la industria minera, es cual se programan la gestión de consumo de combustibles, mantenimiento de perforadora, mantenimiento y corrección de mangueras de los diferentes tamaños y entre otros.

Esto permitirá planificar, programar, tomar decisiones en los equipos simba para obtener perforaciones eficientes, ahorrando imprevistos por tema de fallas mecánicas.

#### **2.2.28. *Mantenimiento Preventivo***

Este tipo de mantenimiento está destinado a la conservación y garantizar el buen funcionamiento de los equipos, el cual se realiza mediante la revisión y limpieza garantizando el buen funcionamiento y fiabilidad para realizar sus operaciones con normalidad.

Tiene la finalidad de evitar desgastes, evitar averías ocasionadas por el uso, desgaste por el tiempo, entre otros.

#### **2.2.29. *Mantenimiento Correctivo***

El mantenimiento correctivo es aquel que corrige los defectos o averías, aplicando un conjunto de técnicas destinadas a corregir fallas que presenta un equipo y tengan la necesidad de repararlo inmediatamente.

#### **2.2.30. *Mantenimiento Predictivo***

Es una técnica el cual se utiliza herramientas y análisis de datos para prevenir o detectar anomalías o posibles defectos que tiene la maquina o equipos; de modo que las fallas se puedan solucionarse antes de que presenten.

#### **2.2.31. *Limpieza y Extracción***

Para la limpieza del mineral roto procedente de los que se utilizan equipos scop tramp con telemando, garantizando así la integridad del personal u operador que este a cargo, donde consiste en extraer el mineral roto para posteriormente cargar a los camiones de 15m<sup>3</sup> de tolva y evacuar a la superficie y posteriormente sea tratado en la planta concentradora.

En alpayana se cuenta con Scoop tramp R1600H con capacidad de 5.5 yd<sup>3</sup> que está destinada a la limpieza de mineral el cual carga directamente a camiones Scania de capacidad de 15m<sup>3</sup> como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 18**

Extracción y carguío de mineral por un Scoop Tramp R1600H



Fuente: Propia (2022)

### **2.2.32. optimización**

La optimización en minería está orientada a obtener mejores resultados en sus procesos unitarios para la extracción de mineral, en general la optimización busca reducir los costos y maximizar el rendimiento, la eficacia y la productividad.

Para aprovechar al máximo se debe maximizar la eficiencia mejorando los procesos unitarios, desarrollando herramientas de gestión para controlar y perfeccionar cada proceso, garantizando la mejora continua.

### **2.2.33. Eficiencia.**

La eficiencia se define como la capacidad de disponer recursos para conseguir resultados, y para obtener estos resultados deseados se debe realizar con los recursos mínimos posibles.

En las operaciones mineras es de vital importancia mantener y mejorar la competitividad involucrando la optimización de los procesos mineros, reducción de costos, y maximizar la producción.

$$\text{Eff}=(\text{Produccion Real/Capacidad Efectiva})*100\%$$

### **2.2.34. Eficacia.**

La eficacia es la capacidad de producir un efecto deseado, pero a diferencia de la eficiencia este no considera si se utilizan los recursos mínimos.

Por tanto la eficacia se refiere a las metas y el cumplimiento de las tareas encomendadas, permitiendo alcanzarlos.

### **2.2.35. Optimizar.**

El proceso de optimizar es conseguir un objetivo o proceso, pero buscando los mejores resultados.

Seleccionando así los mejores resultados de resolver alguna cosa de la manera más eficiente posibles.

## CAPITULO III

### DESCRIPCION DE LA MINA

#### 3.1. GEOMECANICA

El estudio del macizo rocoso y el comportamiento de las rocas de cómo se deforma, la presión, los esfuerzos en Alpayana para esto se definen tres tipos de clasificación geomecánica, las cuales son: RQD (Rock Quality Designation), RMR (Rock Mass Rating).

La geomecánica en minería es de vital importancia, ya que de ello depende el tipo de sostenimiento se va utilizar, y así poder garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores de la unidad minera.

##### ***3.1.1. Índice de Calidad de Roca RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION)***

Este parámetro es más usado para medir el porcentaje o el grado de fracturamiento del macizo rocoso, este grado de fracturamiento se mide por el número de espacios, discontinuidades que presenta el testigo.

Durante la extracción del testigo, para medir, se le suma los fragmentos mayores a 10cm y se considera la longitud total del testigo.

Debemos tener precaución en la influencia de cómo se realiza los sondajes, ya que se puede ocasionar roturas considerables en el testigo, y esto ocasionara que los valores sean incorrectos, su fórmula es la siguiente:

$$RQD = (\text{Longitud recuperadas en piezas} \geq 0.1\text{m}) / (\text{Longitud del sondeo}) \times 100\%$$

Longitud de Taladro 1.50m

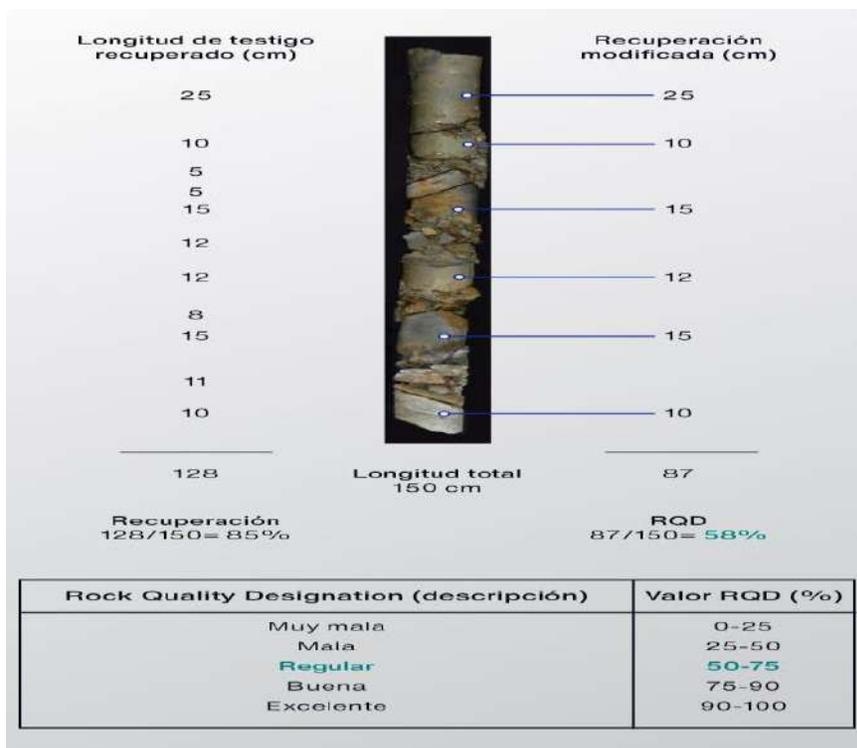
Longitud recuperada 0.87m

$$RQD = 0.87\text{m} / 1.50\text{m} \times 100\%$$

RQD = 58% (regular)

**Figura 19**

Calculo de RQD



Nota: Ejemplo grafico que muestra el cálculo del RQD

### 3.1.2. RMR (ROCK MASS RATING)

RMR es una clasificación en la geomecánica que es presentado por primera vez por el Ing. Bieniawski en 1973 y fueron modificado en los siguientes años 1976, 1979, 1984 y 1989, el RMR nos permite saber la clasificación de un macizo rocoso

El RMR se obtiene sumando puntuaciones de seis parámetros que oscilan entre 0 y 100, el cual el RMR los clasifica en cinco tipos o clases de macizo rocoso

#### **Figura 20**

Clasificación del Macizo Rocosos RMR

Clase Macizo Rocosos	Descripción	RMR
I	Macizo rocoso de excelente calidad	81-100
II	Macizo rocoso de buena calidad	61-80
III	Macizo rocoso de calidad regular	41-60
IV	Macizo rocoso de mala calidad	21-40
V	Macizo rocoso de muy mala calidad	0-20

*Nota: Bieniawski (1989) sugiere que trabajos de voladuras de pobre calidad reducen el RMR en un 20%*

Fuente: Ing. Bieniawski (1973)

El RMR hoy se considera un referente mundial para la clasificación del tipo de macizo rocoso, el cual considera las propiedades y factores que influyen en el macizo rocoso, así poder establecer empíricamente el tipo de sostenimiento que se realizará en las labores subterráneas, a continuación, en la tabla se verá los criterios a considerar para el cálculo del RMR:

El valor del RMR se obtiene a partir de la suma de los parámetros el cual son 5 a lo cual cada uno de los parámetros tiene una valorización:

- Resistencia a la roca inalterada.
- RQD.
- Separación entre las discontinuidades.
- Estado de las discontinuidades.
- Presencia de agua.

**Tabla 3**

Parámetros del rango de valores para el cálculo del RMR

Parameter		Range of values							
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	For this low range-uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial comp. strength	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	Rating	15	12	7	4	2	1	0	
2	Drill core Quality RQD	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%			
	Rating	20	17	13	8	3			
3	Spacing of discontinuities	>2 m	0.6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm			
	Rating	20	15	10	8	5			
4	Condition of discontinuities (See E)	Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or Couge < 5 mm thick or Separation 1-5 mm Continuous	Soft gouge > 5 mm thick or Separation >5 mm Continuous			
		Rating	30	25	20	10	0		
5	Ground water	Inflow per 10 m tunnel length (l/m)	None	< 10	10-25	25-125	> 125		
		(Joint water press)/(Mayor principal $\sigma$ )	0	< 0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	> 0.5		
		General conditions	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating	15	10	7	4	0			

Fuente: Ing. Bieniawski (1973)

### **3.1.3. METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE LA TABLA GEOMECANICA EN ALPAYANA.**

En la compañía minera Alpayana se usa una tabla geomecánica el cual es guía para poder suponer el tipo de sostenimiento que se efectuara en la labor, siendo para dos tipos de situaciones, para labores minera de preparación y sostenimiento; y para labores mineras de explotación.

Para ello se debe realizar un lavado en las paredes y techo para poder identificar bien los factores, fallas y otros aspectos que servirán para poder valorizar en la tabla geomecánica.

#### **3.1.3.1. Procedimiento de mapeo geomecánica: debemos tener en cuenta que las paredes y techo deben estar lavadas para poder identificar condiciones que la roca insitu presenta.**

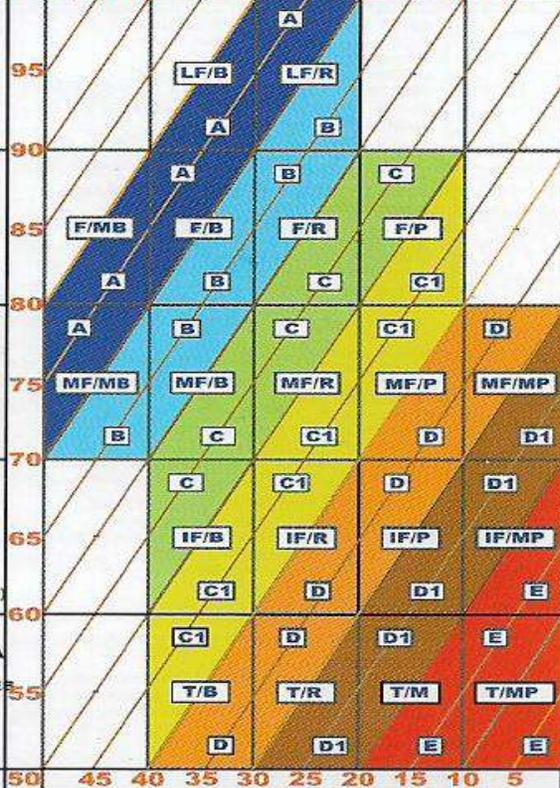
- Hay que marcar 1m lineal de distancia el axial o pared donde se procederá a mapear.
- Seleccionar la tabla geomecánica sea de exploración o explotación.
- Proceder a evaluar la condición estructural, empezamos contando el número de fracturas o fallas existentes en el metro lineal marcado y ubicamos el total de fallas o fracturas en la tabla geomecánica correspondiente.
- Seguimos con la evaluación de la condición de resistencia, procedemos a dar golpes con una picota y ubicamos en la tabla correspondiente en cuantos golpes se quiebra.
- En el cuadro geomecánico determinar las características del macizo rocoso, realizar la intersección e identificar la calidad de la roca según GSI.
- Considerar factores influyentes existentes en la labro o área a evaluar su calidad de roca (presencia de agua, condiciones geológicas, alteraciones, discontinuidades,

voladura, esfuerzos tensionales, tiempo de exposición abierta de las excavaciones entre otros).

- Identificar el tipo de sostenimiento que se realizara en la labor.
- Se recomienda dejar marcado la calidad de roca y el tipo de sostenimiento en la labor donde se realizó la evaluación.

***Tabla 4***

Tabla SGI Compañía Minera Alpayana para labores de preparación y desarrollo

Reg. 01-EST 01B <b>ALPAYANA SA.</b> <b>UNIDAD AMERICANA</b> <b>SOSTENIMIENTO</b> <b>SEGUN GSI MODIFICADO</b> <b>LABORES MINERAS DE PREPARACION Y</b> <b>DESARROLLO (2.50 a 6.0 m. de Luz)</b>			
<b>(4) TIPO DE SOSTENIMIENTO</b> <b>A</b> ROCA BUENA TIPO II A (RMR 71-80) SIN SOPORTE ó PERNO OCASIONAL. (CONTROL DE BLOQUES INESTABLES). Perno Helicoidal ó Split Set de 5 ó 7 pies. <b>B</b> ROCA BUENA TIPO II B (RMR 61-70) PERNO SISTEMÁTICO. (Perno Helicoidal ó Split Set) de 5 ó 7 pies. A 1.80 x 1.80 m. <b>C</b> ROCA REGULAR TIPO III A (RMR 51-60) PERNO SISTEMÁTICO. (Perno Helicoidal ó Split Set) de 5 ó 7 pies. A 1.50 x 1.50 m. <b>C1</b> ROCA REGULAR TIPO III B (RMR 41-50) PERNO SISTEMÁTICO. (Perno Helicoidal ó Split Set de 5 ó 7 pies. A 1.50 x 1.50 m. y SHOTCRETE 2" Pulg.) ó PERNO SISTEMÁTICO. (Perno Helicoidal ó Split Set) A 1.0 x 1.0 m. y MALLA. <b>D</b> ROCA POBRE TIPO IV A (RMR 31-40) PERNO SISTEMÁTICO. (Perno Helicoidal ó Split Set de 5 ó 7 pies) A 1.0 x 1.0 m. con MALLA y SHOTCRETE 3" Pulg. ó CUADRO DE MADERA Esp. 1.30 A 1.60 m. y Marchavantes. <b>D1</b> ROCA POBRE TIPO IV B (RMR 21-30) CIMBRAS METÁLICAS ó CUADRO DE MADERA Esp. 1.00 A 1.20 m. y Marchavantes ó SHOTCRETE 2" Pulg. Preventivo. Mas PERNO SISTEMÁTICO (Perno Helicoidal ó Split Set) A 1.0 x 1.0 m. CON MALLA y SHOTCRETE 2" Pulg. <b>E</b> ROCA MUY POBRE TIPO V. (RMR < 21) CIMBRAS METÁLICAS CONCRETADO ó CUADRO DE MADERA Esp. 0.70 a 0.90 m. y Marchavantes.		<b>(2) CONDICION RESISTENCIA y/o CONDICION SUPERFICIAL</b> MUY BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA) SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS (MB) E INALTERADAS, CERRADAS. (Rc > 250 MPa) (SE ASTILLA ó ROMPE CON 04 ó MAS GOLPES DE LA PICOTA) BUENA (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION, LIGER. ABIERTA. (Rc 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON 03 GOLPES DE LA PICOTA) REGULAR (MODER. RESIST., LEVE A MOD. ALTER.) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS. (Rc 50 A 100 MPa) (SE ROMPE CON 02 GOLPES DE LA PICOTA) POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) SUPERFICIE PULIDA CON ESTRIACIONES, MUY ALTERADA, RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA. (Rc 25 A 50 MPa) - (SE ROMPE 01 GOLPE DE LA PICOTA) ó (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE) ó (ESTRIACIONES) MUY POBRE (MUY BLANDA, EXTREMAD. ALTERADA) SUPERFICIE PULIDA Y ESTRIADA, MUY ABIERTA CON RELLENO DE ARCILLAS BLANDAS/FALLA (Rc < 25 MPa) (SE DISREGA ó INDENTA PROFUNDAMENTE/SE HACE HUECO)	
<b>(1) CONDICION ESTRUCTURAL</b>  LEVEMENTE FRACTURADA. ROCA NO DISTURBADA, CON TRES A MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI. (LF) (2 A 5 FRACTURAS POR METRO) (RQD 75% - 90%) (RQD = 115 - 3.3 Jn.)  MODERADAMENTE FRACTURADA. MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES. (F) (RQD 50% - 75%) (6 A 11 FRACTURAS POR METRO)  MUY FRACTURADA. MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (MF) (RQD 25% - 50%) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)  INTENSAMENTE FRACTURADA. PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. (IF) (RQD 10% - 25%) (MAS DE 21 FRACTURAS POR METRO)  TRITURADA ROCA DESCOMPUESTA, DISTURBADA VISIBILMENTE YA NO SE APRECIA DISCONTINUIDADES ESTRUCTURALE DEFINIDAS = MATERIAL PANIZADO (T) (RQD < 10%)		<b>(3) CARACTERISTICAS DEL MACIZO ROCOSO</b> 	

Fuente: Compañía Minera Alpayana

Tabla 5

Tabla SGI Compañía Minera Alpayana para labores de explotacion



### **3.2. METODOS DE EXPLOTACION**

Actualmente La compañía minera Alpayana (Ex Casapalca) se viene ejecutando el método de explotación Sub Level Stopping con taladros largos que varían desde los 5m hasta los 30m de profundidad según el tipo de malla de perforación, ya sea en vetas o en cuerpos, realizando perforaciones ya sean en paralelo (para el caso de vetas) o en abanico (para el caso de cuerpos). En su proceso de explotación empiezan realizando subniveles, ventanas, VCR o Slot que son importantes para la extracción de mineral y que su explotación sea factible.

#### ***3.2.1. METODO DE EXPLOTACION SUB LEVEL STOPING (SLS)***

El método de explotación por Sub Level Stopping consiste el explotar mineral por tajadas en forma vertical, el cual se realiza con taladros largos para lograr dicho objetivo, por lo general son mayores a 10m de longitud.

Este método en Alpayana lo realizan para cuerpos y vetas, el cual para cuerpo tiene un mayor número de taladros en su malla de perforación y generalmente en forma radial, y en vetas su número de malla por sección son menores y por lo general paralelos a la veta.

La extracción promedio mensual en la zona de cuerpos donde se realizó el trabajo de investigación es de 4000TM/Dia por tanto el reto es mantener la producción diaria a menor costo, optimizando los parámetros de perforación de taladros largos con equipos simba H-1254. En la siguiente figura podemos apreciar a un equipo simba realizando taladros largos.

**Figura 21**

Perforación de taladros largos en la explotación de Sub Level Stopping



Fuente: COMPUMET

### **3.2.2. METODO DE EXPLOTACION VCR**

El método de explotación por VCR (Vertical Crater Retreat) o de cráteres invertidos, consiste en extraer mineral que se encuentra entre dos niveles de tajo, con espaciamientos de mayor longitud, este método se desarrolla desde la parte superior por rebanadas, manteniendo el mineral fragmentado en el cráter similar al método de cámaras teniéndolo como almacén con la finalidad de dar estabilidad a los hastiales.

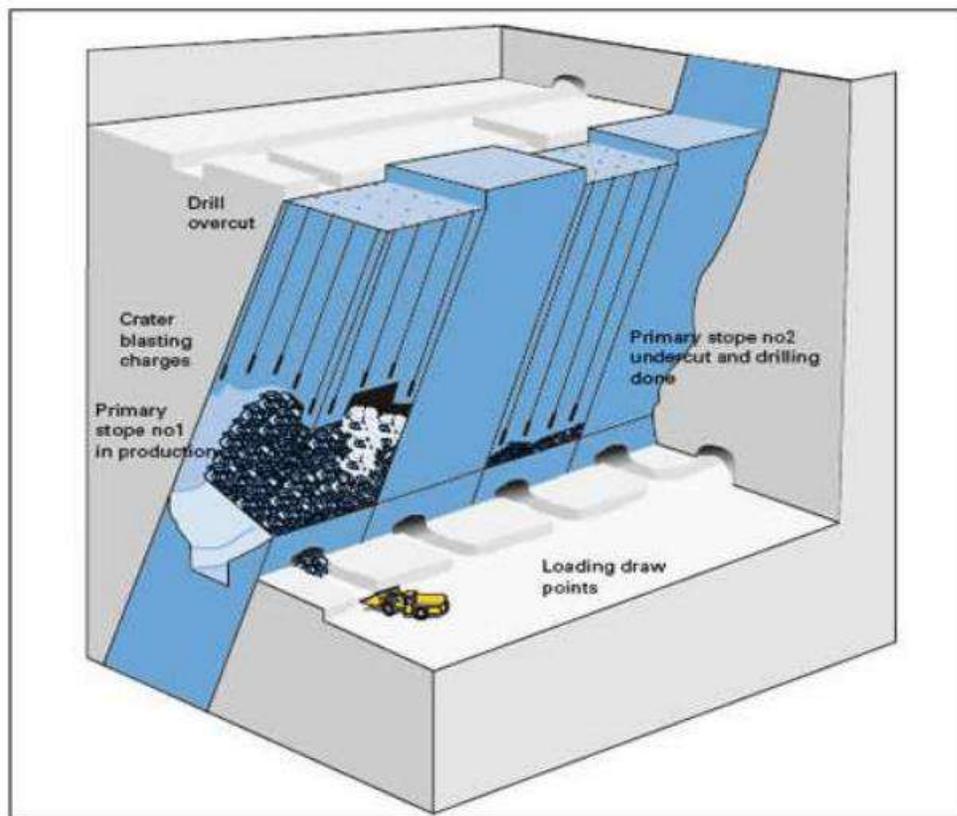
Las ventajas en usar este método son su buena recuperación de mineral de los cuerpos mineralizados, teniendo una dilución moderada, la seguridad de para extraer es buena, los costos unitarios son bajos, garantiza una buena ventilación y mejora la mecanización.

Entre sus desventajas se caracteriza por tener un costo mayor en la preparación antes de iniciar la explotación, la dilución se eleva cuando los hastiales sus rocas son poco competentes consecuentemente en los conos de la tolva sufran atascamiento.

Para que este método de explotación sea de mayor eficiencia las potencias deben ser al menos de 3m con grado de inclinación mayor a 50°.

**Figura 22**

Método de explotación VCR (Vertical crater Retreat)



FUENTE: Mining Handbook SME.

### 3.3. OPERACIONES UNITARIAS (FASES DE EXPLOTACION)

#### 3.3.1. PREPARACION

Para la preparación en la explotación por Sub Level Stopping usando taladros largos comprende en preparar niveles y subniveles para la perforación y para la extracción de mineral una vez roto. Se prepara un slot que este servirá como cara libre para las voladuras en su primera

fase de producción para taladros positivos, o se prepara un VCR que servirá de cara libre para voladuras de taladros negativos.

Las perforaciones deben de ser acondicionadas para el tipo de equipo que realizara las perforaciones, para que se mueva libremente y no pueda tener inconvenientes al momento de realizar las perforaciones, siendo estas características principales el tamaño de la sección del nivel y subnivel.

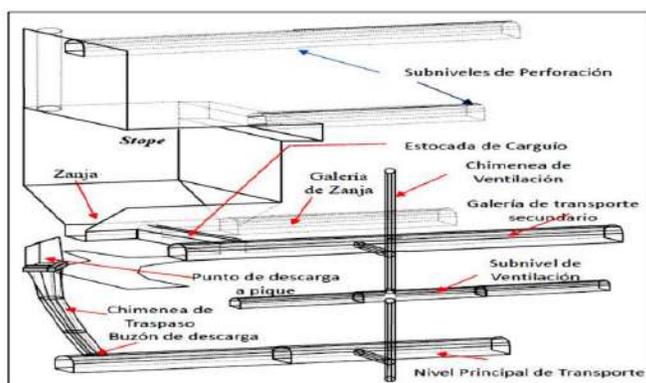
Para el transporte de mineral roto se realizará principalmente por la parte del nivel inferior ya que este recibe mineral producto de la voladura, para posteriormente equipos Scoops que son operados con telemando o control remoto puedan sacar el mineral roto.

La preparación de chimeneas y rampas de accesos a los subniveles donde se realizará las perforaciones estarán ubicados a lo largos de los tajos de explotación, estos pueden estar ubicados en la parte superior o en la parte inferior.

La preparación de ventanas en los subniveles también es de suma importancia ya que por ahí será el acceso hacia el tajo para poder realizar la limpieza de mineral, como también en su etapa final se podrá acceder por ahí para realizar el relleno detrítico del tajo explotado.

### **Figura 23**

Labores de explotación



Fuente: Métodos de explotación subterránea (Ing. Braulio)

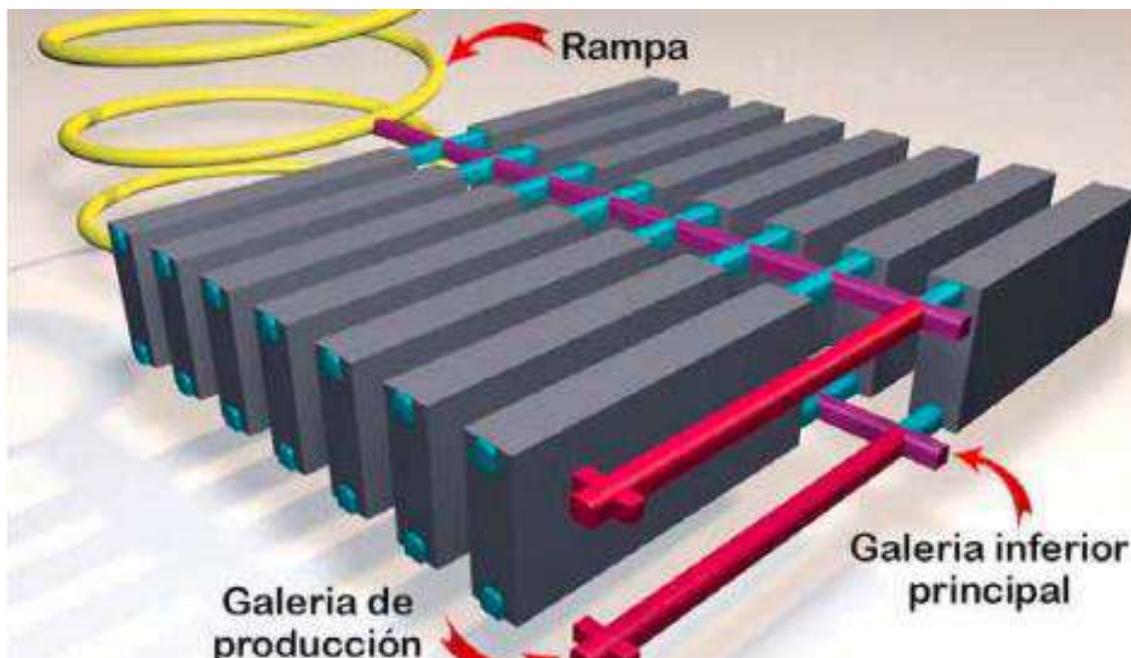
### 3.3.1.1. RAMPAS

Las labores que servirán de acceso para la explotación de mineral, así como para la extracción, en la Unidad Minera Alpayana se tienen secciones de 4.5\*4.0m. con gradientes entre 12% a 15% para facilitar el tránsito de equipos trackles, con un radio de curvatura de hasta 25m como mínimo.

La siguiente figura podemos apreciar un ejemplo de rampas para la explotación de corte y relleno mecanizado.

**Figura 24**

Rampas de acceso al cuerpo mineralizado



Fuente: 2.1. cut & fill, Hustrulid 2001.

### 3.3.1.2. CHIMENEAS

Estas labores de gran importancia para facilitar la ventilación ya que en niveles de profundización se tienen temperaturas altas, así como también para facilitar los diferentes servicios, estas serán ejecutadas con Raise Boring, maquina Jack leg.

En la unidad minera Alpayana hay chimeneas para servicios y ventilación que generalmente se realizan por Raise boring con un diámetro de 1.5m.

También hay chimeneas para la explotación de mineral que sirven de cara libre para iniciar la explotación de tajos, también llamados Slot (explotación positivos) de 1.5mX1.5m.

#### **3.3.1.2.1. SLOT**

También llamado chimenea slot que esta es usada para facilitar la ventilación, también para generar una cara libre del lado de uno de los extremos del tajo, empezando la perforación de los taladros de producción para posteriormente efectuar la voladura. Para ello es necesario contar con una roca competente el cual garantice la estabilidad del tajo al momento de la explotación.

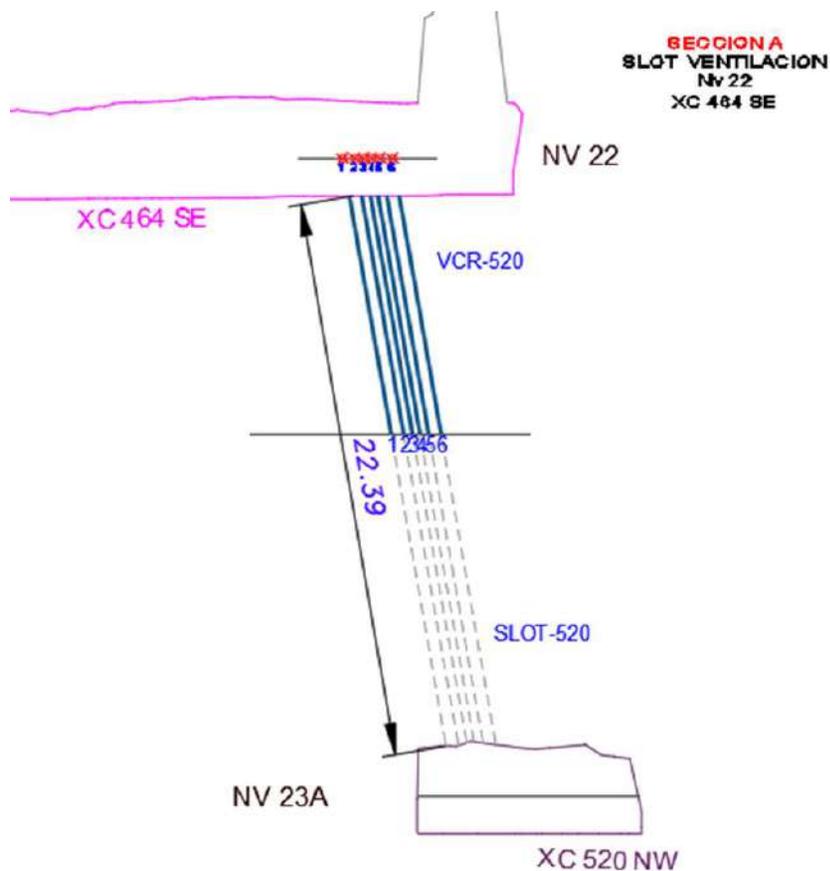
En Alpayana los trabajos de chimenea y slot son realizado por los equipos simba, ya que los costos son bajos, en la siguiente figura se puede detallar la forma de realizar una chimenea para ventilación mediante trabajos con VCR y taladros largos, para este caso una longitud de 22.39.

Se desarrolla en dos etapas debido a la longitud de la chimenea, siendo la primera etapa por la abertura de un Slot siendo este el disparo de taladros positivos, y la segunda etapa por el método por VCR ya que el carguío y voladura de este VCR se desarrolla en taladros negativos.

Los trabajos de Slot para ventilación se desarrollan de nivel a nivel, y en este caso del Nv.22 al Sub nivel NV.23A

**Figura 25**

Diseño de taladros largos en labores de Slot



Fuente: Planeamiento, Compañía Minera Alpayana

La malla de perforación de trabajos de slot consta de una sección de 1.5m X 1.5m, perforando un total de 18 taladros de 2 ½" de diámetro y 6 taladros de alivio de mayor diámetro como se muestra en la siguiente figura que servirán de arranque al momento del carguío y voladura del slot.

**Figura 26**

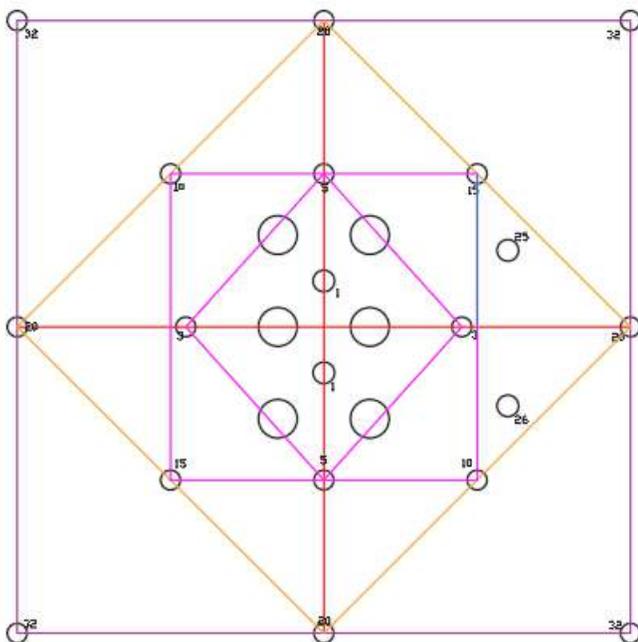
Malla de perforación de Labores de Slot

**A**

Tajo : XC 464 SE  
Nivel : 22

N° Tal	DISEÑO		EJECUTADO							
	Angulo	metros	barras	Comu.	No Com.	Repase	Fecha	Operador		
1	80.0°	9.71	8.0 b							
2	80.0°	9.71	8.0 b							
3	80.0°	9.71	8.0 b							
4	80.0°	9.71	8.0 b							
5	80.0°	9.71	8.0 b							
6	80.0°	9.72	8.0 b							
Metros Tot.		58.28	Ton/Sec	162.03	Ton/m	2.78	Burden	1.00m	Espaciam.	1.00m

NOTA : 1.- LA SECCION ES MIRANDO AL NORTE  
2.- PERFORAR HASTA COMUNICAR



Fuente: Planeamiento, Compañía Minera Alpayana.

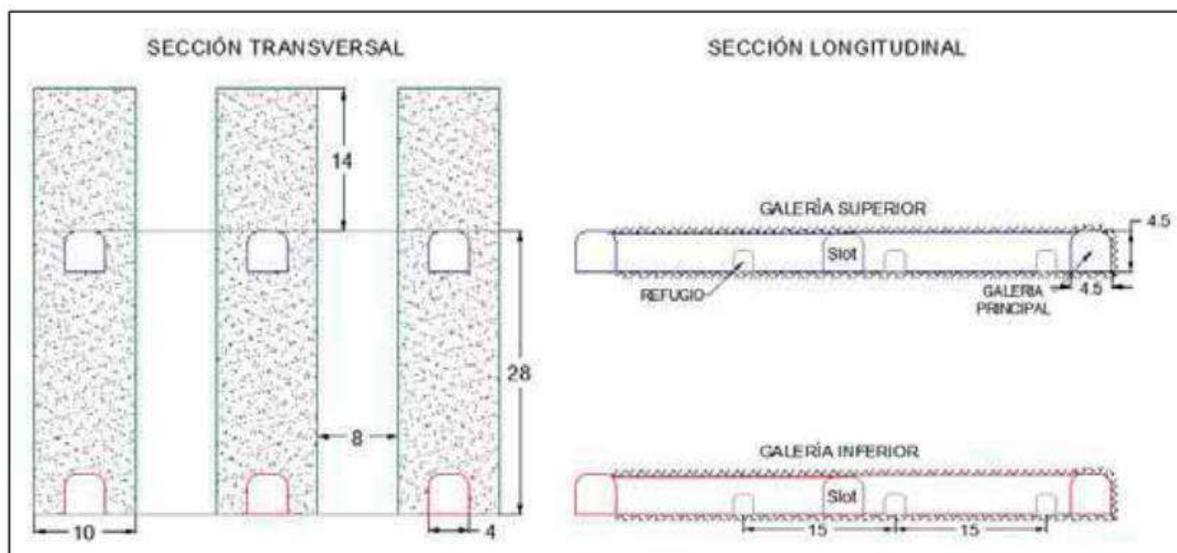
### 3.3.1.3. GALERIAS

Las galerías por su parte son labores horizontales de secciones de 4.5m\*4.0m las cuales se ejecutan en los niveles principales para poder acceder a los cuerpos mineralizados o vetas

según sea el caso, para la explotación de mineral. Estas parten desde las rampas principales o también desde los cruceros.

**Figura 27**

Esquema de una galería de acuerdo a la mineralización



Fuente: Javier Aima Jalisto (2021)

### 3.3.1.4. CRUCEROS

Estas labores subterráneas nacen desde las galerías que tienen las mismas secciones que las galerías y son perpendiculares a las galerías con el objetivo de atravesar cuerpos minerales y explotarlos.

### 3.3.1.5. VENTANAS

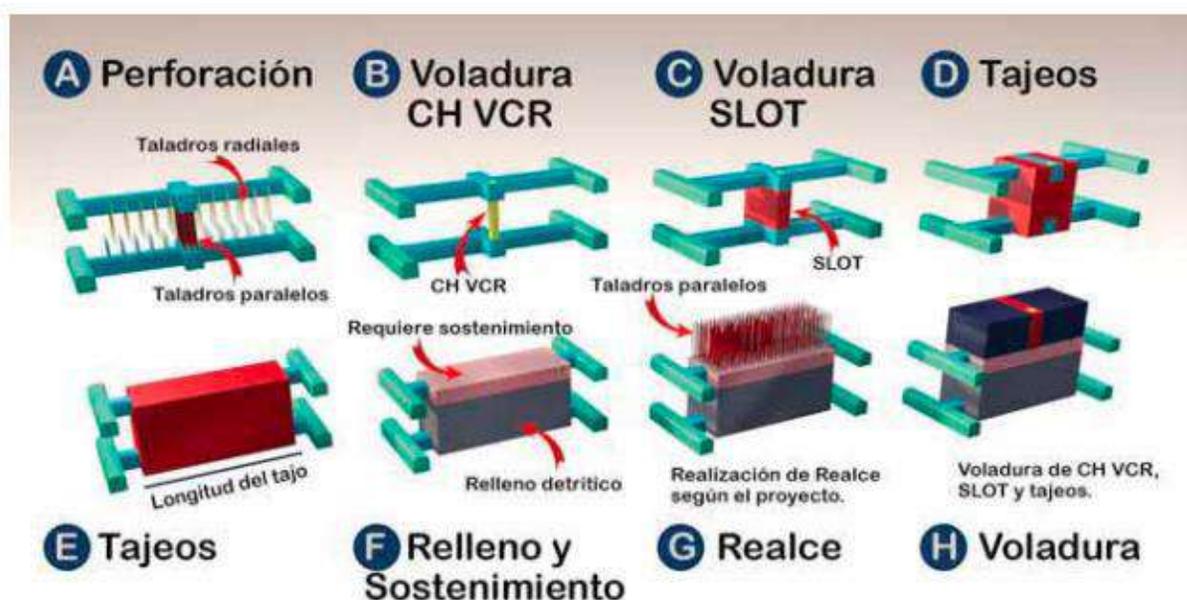
Las ventanas tienen las mismas secciones que las galerías, teniendo la función principal de acceder al cuerpo mineralizado, realizar su preparación para la explotación, realizar limpieza de mineral y poder rellenar el tajo con relleno detrítico en cuanto se termine de explotar el tajo.

### 3.3.2. EXPLOTACION: CICLO DE MINADO

Una vez terminada la preparación de los tajos de explotación, se inicia la perforación y voladura tal como se muestra en la siguiente figura, en la mayoría de tajos sea en la zona cuerpos o vetas de la Unidad Minera Alpayana consta de tajos pasantes el cual culmina con el relleno detrítico para luego seguir la explotación del siguiente bloque de explotación.

**Figura 28**

Secuencia de minado para la explotación de Tajos por SLS



Fuente: Javier Aima Jalisto (2021)

#### 3.3.2.1. PERFORACION

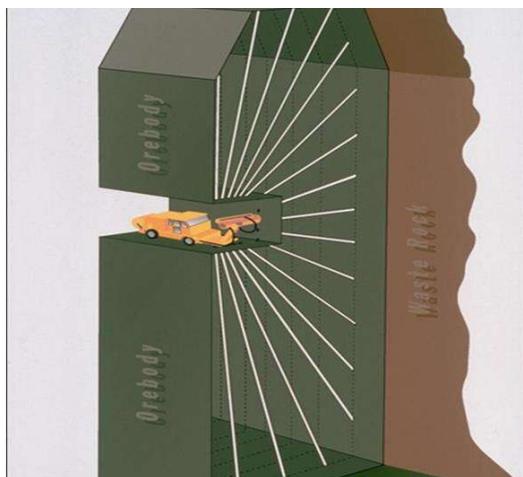
La perforación es parte fundamental para la explotación de mineral, para el estudio de esta investigación se desarrollan con equipos Simba 1254 que lleva un carrusel de 18 barras de 1.5m el cual se ejecutan en dos turnos, estos equipos son buenos para cuerpos mineralizados que pueden perforar hasta 30m de profundidad. Ya sean perforaciones positivas y negativas.

Las perforaciones se realizan con anticipación, acumulando taladros para realizar voladuras según los requerimientos que se vayan programando a diario. Para las perforaciones radiales en cuerpos mineralizados se debe tener en cuenta que los yacimientos mineralizados deben tener excelentes características geológicas y geomecánicas.

En perforaciones de taladros largos radiales los ángulos de perforación son positivos y negativos, el cual se dificulta en las perforaciones de taladros negativos por la cual se considera usar el sistema casing para facilitar la velocidad de perforación y evacuación de detritus, y finalmente entubar con tubos PVC para evitar el ingreso de material detrítico de dimensiones similares al taladro que podrían tapar el taladro realizado.

### **Figura 29**

Perforación de Taladros Largos Radiales



Fuente: Métodos de Explotación Taladros Largos. Calameo

#### **3.3.2.2. SISTEMA CASING**

Para obtener perforaciones óptimas y de mayor rendimiento, es necesario reducir las desviaciones, que su límite máximo es de 5%, pues al momento de la voladura también las desviaciones es un factor importante, ya que si se tiene desviaciones puede afectar la caja techo y piso, así como también puede generar mayor dilución del mineral a romper.

El tubo guía tiene la finalidad de controlar la desviación en perforaciones largas, también el sistema casing facilita la velocidad de perforación y evacuación de detritus ayudando a recuperar con facilidad las barras en perforaciones negativas.

La perforación con sistema Casing consiste en tres fases, primero se realiza la perforación de un taladro guía de mayor dimensión siendo este de 3", luego se instala en el interior del taladro un tubo de Hierro con espesor de 0.4 y 4mm el cual tiene que sobresalir un aproximado de 20cm para finalmente continuar con la perforación con una broca de 2 1/2". El detritus producto de la perforación será evacuado por el sistema casing, evitando que el detritus regrese al taladro que se está realizando la perforación.

**Figura 30**

Sistema Casing



Fuente: Centro de Capacitacion en Ingenieria

### 3.3.2.3. VOLADURA

La voladura en tajos de cuerpos mineralizados se desarrollará con una carga de la malla de perforación, con el uso de Emulnor 5000 como cebo o un booster, y como carga principal de la columna se usará ANFO de 0.9gr/cm<sup>3</sup> de densidad.

La secuencia de disparo se va realizando en retirada partiendo de la parte que se encuentra al extremo de la cara libre (slot), el equipo que se usa para cargar los taladros es el Jetanol que su funcionamiento es con aire comprimido para facilitar su confinamiento del ANFO incrementando su densidad hasta 1.1gr/cm<sup>3</sup> a la hora de cargar los taladros.

Para que tenga un buen rendimiento óptimo del explosivo, debe estar confinado, para que su distribución de su energía sea constante, evitando tener bancos de mayor tamaño y también depende mucho de las perforaciones, si es de buena calidad, garantizara una buena voladura.



Fuente: benjamin Cebrian- Blast Consult S.L.

#### 3.3.2.4. EXTRACCION

Para la extracción de mineral roto de los tajos de explotación en Alpayana se utilizan equipos Scoop Tramp R1600H de capacidad de 4.8m<sup>3</sup> (6.2Yd<sup>3</sup>) que estos funcionan a control remoto o telemando para mayor seguridad del operador quien se ubica en un refugio para realizar la extracción de mineral desde el tajo.

El material extraído de los tajos a través de los equipos Scoop Tramp R1600H se cargan hasta la cámara de carguío que cerca a ese punto hay una cámara de mineral donde les esperan camiones Scania de 15m<sup>3</sup>.

Una vez cargada a los camiones estos se dirigen a los rompe bancos cercanos, en este caso al Nv.18 que los bancos de mayor dimensión son disminuidos para posteriormente trasladar mediante un pique a la superficie.

### ***Figura 31***

Camara de carguio de mineral



Fuente: Propia (2022)

#### **3.3.2.5. TRANSPORTE**

El transporte de mineral extraído de los tajos de explotación es realizado por camiones mineros de marca Scania de 15m<sup>3</sup> que son cargados por equipos Scoop Tramp R1600H y posteriormente trasladados a superficie donde se encuentra la planta concentradora, también por equipos Dumper HX16 que llevan el mineral a echaderos y posteriormente cargados a los camiones Scania mediante chute para luego transportarlo a la planta concentradora.

El mineral también es transportado por locomotoras con sistema trolley en las zonas de vetas y en la zona de oroya que una vez cargados en los vagones por equipos scoop tramp son trasladados hacia los echaderos y posteriormente cargados a los camiones mineros.

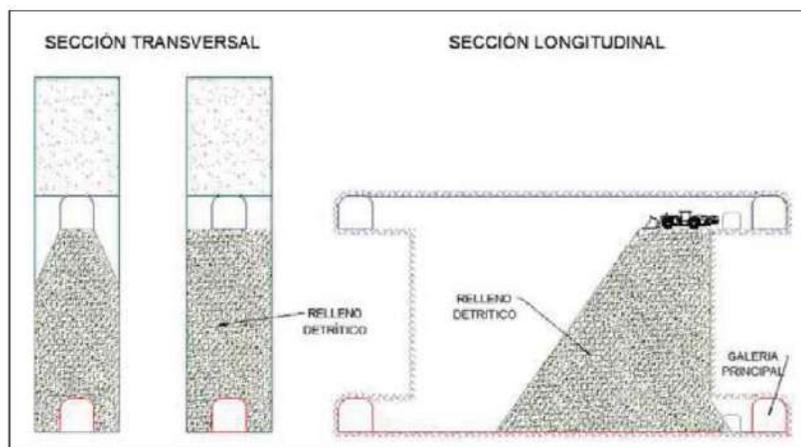
### 3.3.2.6. RELLENO

El relleno se realiza con material detrítico considerado como desmonte, con la finalidad de recuperar la estabilidad del tajo que perdió en la explotación de ese tajo y también para explotar el siguiente corte del cuerpo mineralizado, esta actividad se realiza con equipos scoop tramp, equipos Dumper y camiones Scania.

El relleno en la zona de Cuerpos se debe realizar primero una berma de seguridad al filo del tajo, siendo este las  $\frac{3}{4}$  partes del neumático más grande de la mina, para evitar accidentes, así rellenar de manera segura los tajos vacíos, la siguiente figura nos detalla el relleno de un tajo con Scoop Tramp.

**Figura 32**

Relleno detrítico con scoop tramp



Fuente: Planeamiento Alpayana (2022)

## CAPITULO IV

### OPTIMIZACION DE LA PERFORACION DE TALADROS LARGOS

Para poder optimizar los procesos de perforación en taladros largos se debe seguir ciertas fases, en este trabajo de investigación busca la mejora continua para el área de taladros largos, el cual se busca reducir los costos y tiempos de perforación, y obtener rendimientos más óptimos.

*Figura 33*

Fases para la Optimización de perforación de Taladros largos

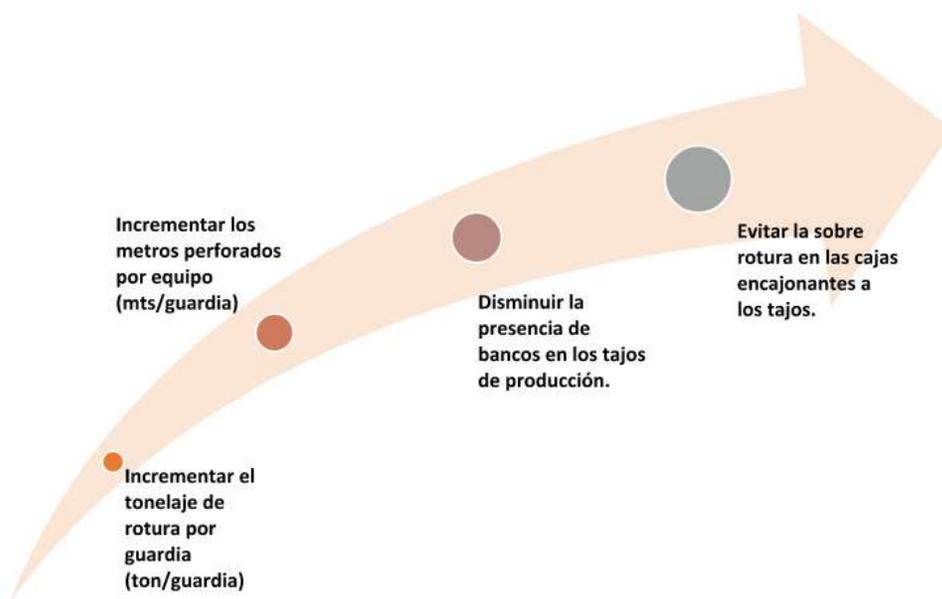


Fuente: Contrata Gestión Minera Integral S.A.C.

La meta de este trabajo de investigación es poder optimizar la perforación de taladros largos con equipo simba H-1254, reducir los costos de perforación, disminuir los bancos y evitar sobre roturas.

**Figura 34**

Trazado de metas y objetivos de la investigación



Fuente: planeamiento GMI S.A.C

**Figura 35**

Estrategias para obtener mejor optimización



Fuente:

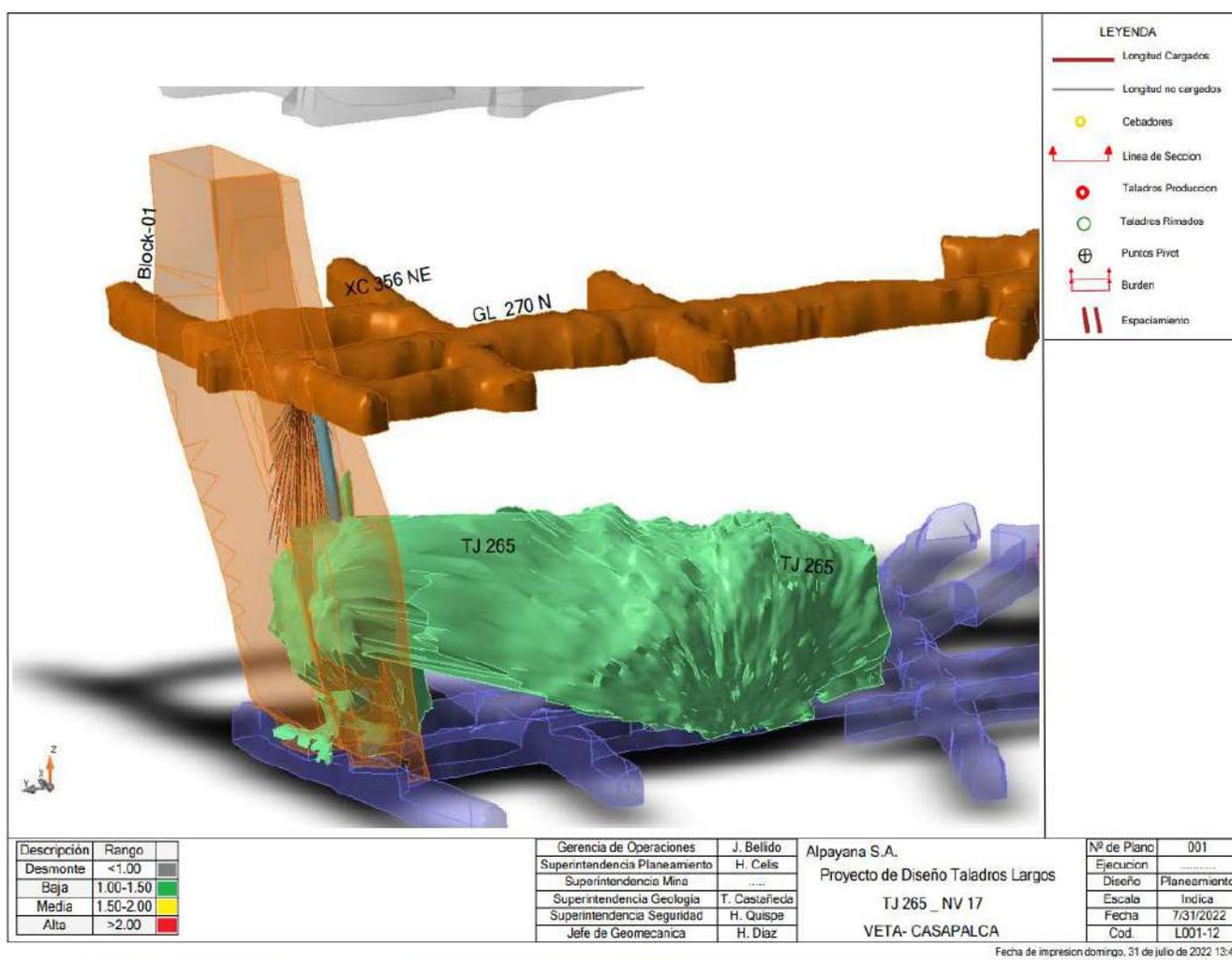
planeamiento GMI S.A.C

#### 4.1. LABORES DE EXPLOTACION DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación tiene alcance en la Compañía Minera Alpayana, con el equipo simba J10, que es un equipo simba H-1254. En la siguiente ilustración se observa en el método de explotación sub level stoping en el tajo 265 ubicada en el Nv.17 donde se realizará el presente estudio. Donde se observó a los operadores, se recolecto datos, se realizó entrevistas, entre otras tomas de datos.

**Figura 36**

Vista del tajo TJ 265 Nv.17



Fuente: Área de planeamiento de la Unidad Minera Alpayana

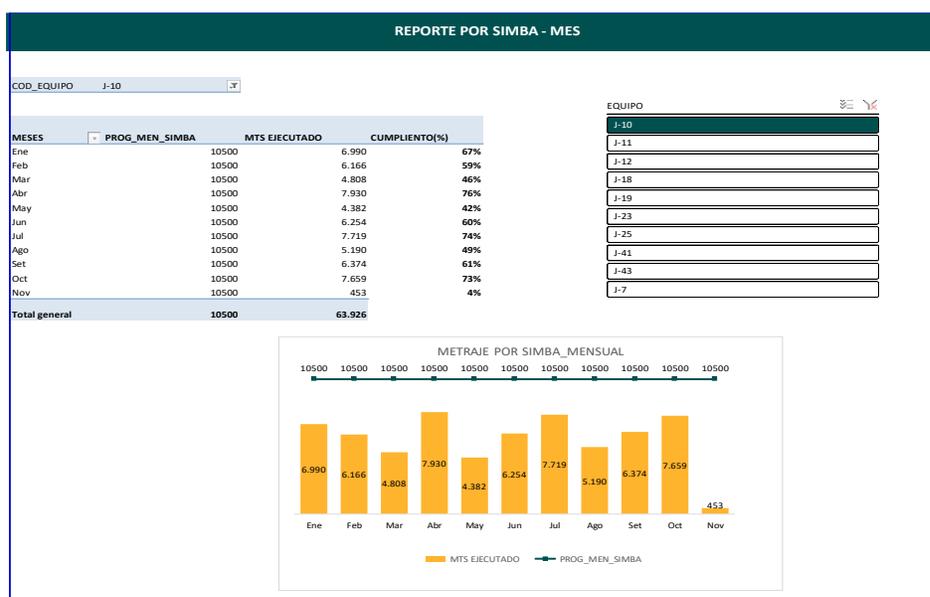
## 4.2. Fallas, desperfectos que afectan directamente en la perforación

Para la investigación se hará seguimiento a los metros perforados por los equipos Simba H-1254 con el fin de detectar las fallas o malas prácticas que afectan el performance de la actividad de perforación de taladros largos.

- Malas prácticas del operador.
- Problemas con la presión del agua y/o aire
- Fugas de aceite hidráulico
- Desviación de los taladros mayores a 8%
- Problemas con la presión de percusión, rotación, avance, RPM
- Ausencia de comunicación efectiva y coordinación de los taladros perforados.
- Problemas con la estandarización de mangueras de percusión, rotación, otros
- Alineación de la perforadora y barras de perforación.

**Figura 37**

Reporte por simba últimos meses



Fuente: propia, Compañía Minera Alpayana (2022)

La imagen anterior muestra el rendimiento y metros perforados de los equipos simba de la Unidad Minera Alpayana, tanto los metros ejecutados y metros programados, el cual será referente de comparación del antes para la investigación que se realizó y el después, también se ve reflejado las consecuencias de no tener caracterizado los factores técnicos-operacionales. Se puede apreciar que los últimos meses el cumplimiento de los meses de enero a octubre no llega al 100%.

#### ***4.2.1. Re perforación de taladros largos***

Este proceso afecta seriamente económicamente, ya que estos trabajos de Re perforación significan costos de más, esto debido a la mala coordinación, ya que muchos operadores perforaban y dejaban algunos taladros por realizar, o en muchos casos realizaron mala perforación, sin cumplir el metraje total.

Otras causas para la Re perforación son por el tipo de roca (por lo general rocas malas) producto de las voladuras anteriores suelen taparse los taladros y manualmente no se pueden limpiar, así que se recurre a la Re perforación de taladros con Simbas.

Estos procesos suelen ser más caros, son trabajos puntuales por el cual se debe mover los equipos de perforación, y pierden tiempo en el traslado e instalación.

#### ***4.2.2. Aceros de perforación***

Los aceros de perforación que influyen en la perforación de taladros largos como proceso unitario, los componentes de los aceros de perforación van desde el carrusel de barras de perforación y desde el primer contacto con el martillo (Shank) el cual transmite su energía de impacto transmitiendo por las barras de perforación llegando por la broca ejerciendo directamente a la roca.

Para el estudio de esta investigación se basa en el estudio de las Simba 1254 de la marca epiroc, el cual es un tipo de jumbo que permiten realizar perforaciones de taladros largos.

Para el análisis de los aceros de perforación se tomará datos directamente de los casos del equipo Simba 1254, siendo estas las barras de perforación, brocas y shank.

**Figura 38**

Aceros de perforacion de la serie epiroc



Fuente: Epiroc

**Tabla 6**

Aceros de perforación simba H1254

	ACCESORIOS	vida util (m)	objetivo
SIMBA J-10	SHANK COP 1838/1638 T38 X 525	1500	2500
	BARRA T-38-RD38-T38 5'	3000	3500
	BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	200	250

Fuente: Propia (2022)

#### **4.2.2.1. Factores que influyen en el rendimiento y la vida útil de los aceros de perforación.**

##### ***4.2.2.1.1. Control de calidad***

Para una óptima perforación implementar un mejor control de calidad, el cual será reflejado en mejorar la perforación y la voladura de taladros largos, ya que una buena perforación se verá reflejado en la voladura, controlando la desviación de taladros.

##### ***4.2.2.1.2. Condiciones geomecánicas: tipo y calidad de roca***

- A partir de los 15m de longitud de taladro la desviación se hace mayor
- Si hay existencia de roca fracturada el rendimiento de la perforación disminuirá
- Presencia de fallas
- Roca panizada
- Presencia de Geodas

##### ***4.2.2.1.3. Diámetro de emboquillado***

Para taladros negativos se recomienda el uso del sistema casing, para ello el diámetro de la broca es de 76mm, y el tamaño promedio de perforación del tubo guía entre 60cm a 1m dependiendo del terreno (siendo mayor longitud en perforaciones donde se encuentre carga o la roca sea mala) posteriormente seguir la perforación con una broca de 64mm donde el tubo casing servirá para evacuar el detritus producto de la perforación evitando futuros atascamientos a la hora de recuperar las barras de perforación.

Es importante enfatizar que para una buena perforación el emboquillado, así como el colocado del tubo casing al ser bien colocados garantizará un taladro con menor desviación, y también se podrá recuperar con mayor facilidad las barras de perforación.

#### ***4.2.2.1.4. Diámetro de perforado***

Las perforaciones en taladros largos, en la minera Alpayana se realizan con brocas de diámetro de 64mm, siendo este tamaño superior al diámetro de la barra, el cual facilitara el barrido de los detritos al momento de realizar la perforación.

El diámetro de perforación está calculado y en plena coordinación con el diseño de malla de perforación y voladura.

En alpayana su proveedor de brocas y aceros de perforación es la empresa CORETECH S.A

#### ***Figura 39***

Broca de botones 64mm para perforaciones de taladros Largos



Fuente: Coretech

#### ***4.2.2.1.5. Engrase de las barras y aceros de perforación***

Se es recomendable engrasar el shank y las barras de perforación (las roscas y empalmes), pues este proceso facilitara a poder recuperar con mayor facilidad las barras, otra función del engrase es alargar la vida útil de las barras de perforación.

Este proceso de engrase de los aceros de perforación facilitara el acoplamiento de los hilos de la barra de perforación, también evitara el mayor desgaste de los hilos de acoplamiento, consecuentemente darán mejores resultados, y finalmente se reducirán los costos operativos (ganando tiempo al recuperar las barras, alargaran la vida útil de las barras de perforación, entre otros).

El engrase se considera como un mantenimiento de la columna de perforación, ya que el mayor desgaste de ello se encuentra en las rocas producto de la fuerza de fricción desgastando los hilos, el cual el engrase se dedica a la protección y lubricación de estos.

### **Tabla 7**

Comparativa de la importancia del engrasado en los aceros de perforación

SIN ENGRASAR	ENGRASADO
El acero se calentará por la fricción, esto generará una perforación forzada	Con el engrasado de las barras de perforación bajara la temperatura y reduce el esfuerzo por fricción
Se calienta la barra de perforación, se deforma y suele romperse	Facilita el enroscamiento entre las barras, broca y shank adapter, evitando su desgaste prematuro
Dificulta enroscar y desenroscar las barras de perforación	desacopla fácilmente y también facilita el acople de las barras de perforación
Desgasta y reduce la vida útil de los aceros de perforación	Alarga la vida útil de los aceros de perforación

Fuente: propia (2022)

Para garantizar un buen engrase en los aceros de perforación, la limpieza es importante, ya que en interior mina la humedad permite la oxidación rápida de los aceros de perforación, también la presencia de detritus en las rocas puede dañan y reducir su vida útil.

- Las conexiones de las rocas hacerlo lentamente, para evitar hacer un torque inadecuado debido a la inercia de la barra de perforación, tanto al momento de empalmar el shank y la broca.
- Limpiar las rocas ya que las roscas pueden albergar detritus o particular de acero, y estas pueden generar mayor fricción para una próxima perforación.
- Revisar si hay desgaste en la barra, shank o broca, para evitar desgastes o minimizar, de puede reemplazar las primeras barras de perforación y pasarle a las últimas.
- Evitar excesiva carga de perforación si hay ausencia de lubricación, ya que producto a la fricción puede llegar a romperse.

**Figura 40**

Ayudante Operador de Simba, engrasando los hilos de las barras y el shank, Simba 1254



Fuente: propia, Compañía Minera Alpayana (2022)

#### 4.2.2.1.6. Afilado de brocas de botón

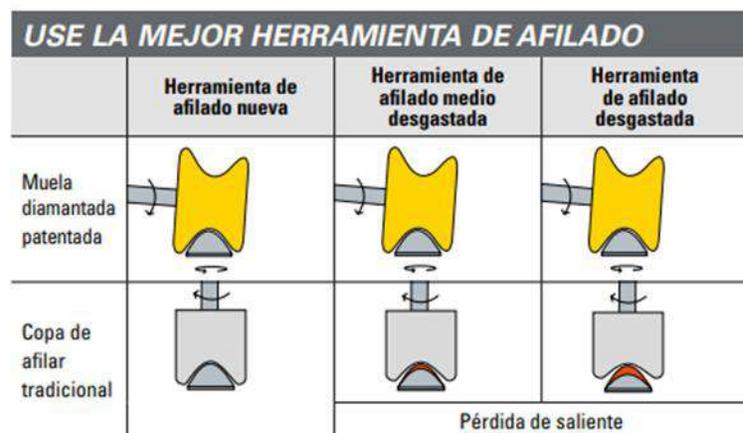
El afilado de brocas se realiza cuando estos presentan desgaste en los botones y se realizan en un taller el cual se encuentra en superficie, están a cargo de la empresa CORETECH S.A. el cual lo realizan al final de cada guardia.

Esta práctica es de suma importancia ya que ayuda a incrementar su vida útil de las brocas, también ayuda con la penetración de las rocas aumentando su velocidad.

El desgaste de brocas en taladros largos es lo más común, ya que suelen desgastarse rápidamente por exponerse un importante tiempo friccionando las rocas.

#### Figura 41

Proceso de afilamiento adecuado para brocas desgastadas



Fuente: manual Edipesa

Para proceder al afilado de las brocas, se debe tener ciertas consideraciones

- Las Brocas deben de estar usadas y gastadas respectivamente.
- Se debe evaluar el grado de desgaste de los botones o insertos.
- Se debe asegurar que el agua y su presión deben de estar en su capacidad óptima que son de bares para afilar con mayor eficiencia.

- Afilar con copas de 11mm la parte exterior de la broca, y la parte inferior con copas de 10mm
- Almacenar para su siguiente perforación, asignando el número de equipo que usaran para llevar un control de aceros.

#### **4.2.2.1.7. Rendimiento de aceros para Simba J-10**

Los rendimientos de los aceros principales que se usan más se detalla en la siguiente tabla, detallando la vida útil y el objetivo que se desea alcanzar, consideremos que la vida útil de las barras de perforación es para la columna completa de barras siendo así la vida útil de cada barra de perforación un aproximado de 170m

	ACCESORIOS	vida util (m)	objetivo
SIMBA J-10	SHANK COP 1838/1638 T38 X 525	1500	3000
	BARRA T-38-RD38-T38 5'	3000	3500
	BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	200	250

Para el caso del Simba J-10 el rendimiento de aceros es el siguiente:

#### **Tabla 8**

Uso de aceros durante el mes de diciembre 2022

Acero de perforacion	cantidad de cambios	metros perforados
BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	62	13702
BARRA T-38-RD38-T38 5'	54	13702
SHANK COP 1838/1638 T38 X 525	6	13702

Fuente: Propia

## Cálculos

El rendimiento es la relación de cuanto material se usa para conseguir un objetivo, para este caso cuanto de acero se necesita para obtener metros perforados, matemáticamente es de la siguiente manera

$$\text{Rendimiento} = \text{metros perforados} / \text{cantidad de acero}$$

BROCA=13702m/62und

BROCA=221m/und

BARRA= 13702m/54und

BARRA=253.74m/und

BARRA= 4567.33m/columna de perforacion

SHANK=13702m/6und

SHANK= 2283.67m/und

Acero de perforacion	cantidad de cambios	metros perforados	vida util (m)	objetivo	Ejecutado(m)
BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	62	13702	200	250	221
BARRA T-38-RD38-T38 5'	54	13702	3000	3500	4567.33
SHANK COP 1838/1638 T38 X 525	6	13702	1500	2000	2283.67

Fuente: Propia (2023)

Controlando los factores técnicos y operativos se logró optimizar la vida útil de los aceros elevando un rendimiento de 10.5% en brocas; y 52.24% en barras de perforación y 52.24% Shank Adapter respectivamente

#### ***4.2.2.1.8. Coordinación y buen seguimiento de los aceros de perforación y taladros largos***

Para el buen desempeño de las maquinas perforadoras (Simba H-1254) y garantizar una adecuada malla de perforación es necesario controlar y coordinar los taladros realizados, pues volver a rehacer un trabajo mal hecho representa un costo elevado, se tuvo incidencias en el tajo 265 con taladros que faltaban realizar, esto conlleva a elevar los costos de perforación.

La instalación de los equipos Simba H-1254, calibración y regulación antes de empezar la perforación quita un importante tiempo, por lo general estos equipos son estacionarios, pero dejar por hacer un par de taladros quitaría el rendimiento de perforación por guardia.

#### ***Figura 42***

Perforación de malla incompleta



Fuente: Propia, Compañía Minera Alpayana (2022)

El gasto más considerable es la reperfuración de taladros largos, que consiste en volver a perforar mallas de perforación la cual no se terminaron de perforar la malla de perforación, en el mes de octubre se registraron más de 8000m de reperfuración que representa sobre costos que

perjudican económicamente, todo estos por una mala coordinación y falta de gestión en los taladros de perforación.

#### ***4.2.2.1.9. Inspeccionar y reemplazar los accesorios dañados o desgastados***

Para garantizar y optimizar la vida útil de los aceros es importante inspeccionar cada uno de ellos, pues no poder reemplazarlos inmediatamente representa una pérdida significativa para la empresa, bajando el rendimiento de perforación.

Se es recomendable cambiar las primeras barras y pasar a los últimos, evitando el desgaste y alargando su vida útil.

El calentamiento, la fricción y otros factores, con el uso prolongado en las mismas barras suelen quebrarse, generando pérdidas significativas, desde perder la broca, barras, y perder tiempo en la remediación de eventos no previstos, para ello es recomendable inspeccionar diariamente el estado de los aceros de perforación, y también el estado de la Simba 1254

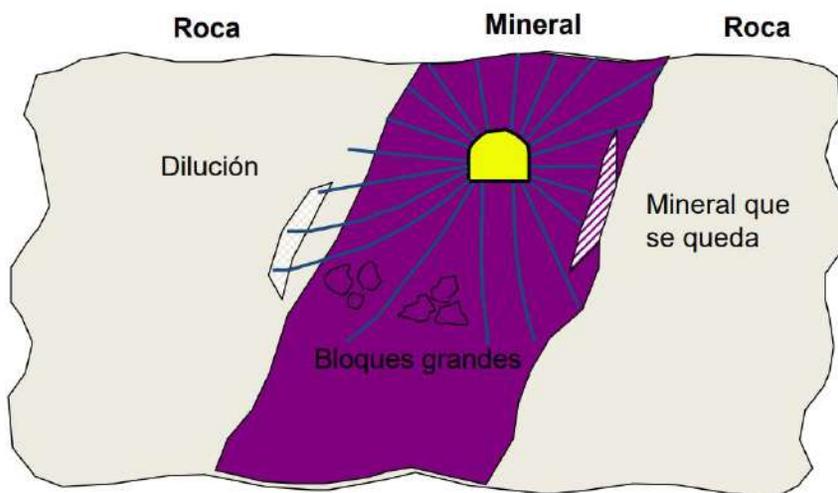
#### **4.2.2.2. Control de calidad: desviación de taladros**

Controlar la calidad de perforación es de vital importancia, ya que un taladro con mayor porcentaje de desviación puede afectar la voladura de rocas, obteniendo bancos de grandes dimensiones, o que existan tiros cortados, u otros.

En la siguiente figura se muestra las perforaciones de mala calidad (Por desviación de taladros largos) Falta de completar la perforación, y por excederse en la longitud de perforación el cual repercute en deficiencia en la voladura.

**Figura 43**

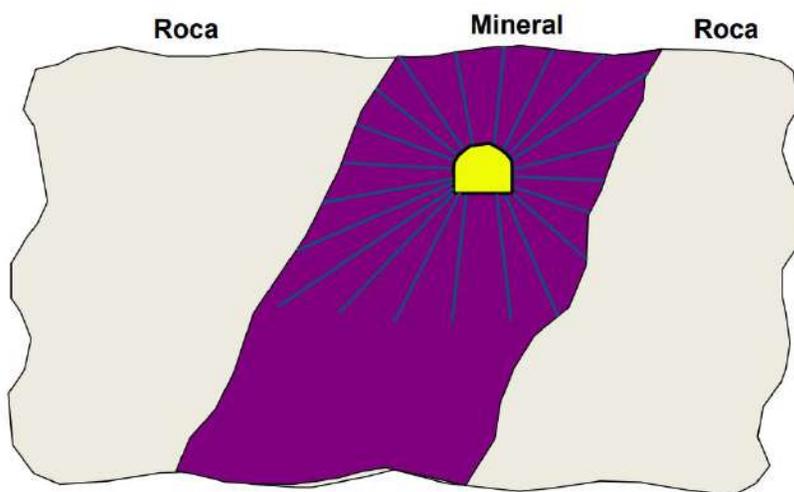
Perforación de taladros largos con mala calidad



Fuente: Ing. Aldo Gomez, CIA de minas Buenaventura U.O. Orcopampa

**Figura 44**

Perforación de calidad



Fuente: Ing. Aldo Gomez, CIA de minas Buenaventura U.O. Orcopampa

#### *4.2.2.2.1. Factores que Influyen en la desviación de taladros largos*

#### **FACTORES DENTRO DEL TALADRO**

- Longitud de taladro (Mayor la longitud, mayor la desviación)
- Tipo de roca
- Presencia de fracturas y/o fallas
- Roca panizada
- Presencia de geodas

#### **FACTORES RELACIONADOS CON EL EQUIPO**

- Baja presión de barrido (Agua y/o Aire)
- regulación de las presiones de perforación.
- Equipo no adecuado para determinados trabajos.
- Condición mecánica del equipo de perforación

#### **FACTORES DE ACEROS DE PERFORACION**

- Uso de tubo guía
- Sistema Casing
- Afilado correcto de la Broca
- Selección de adecuadas barras de perforación

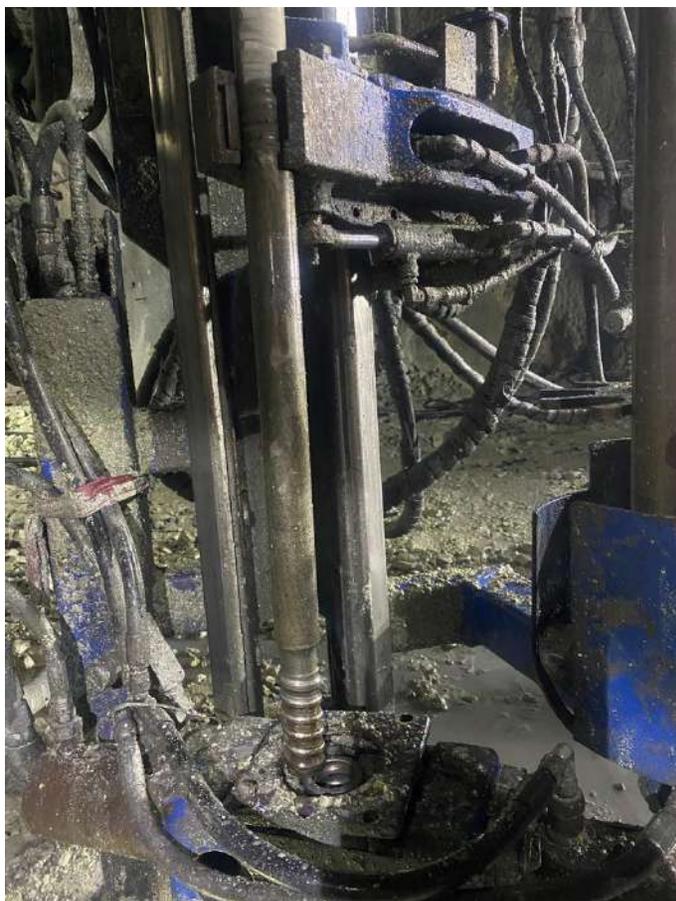
#### **FACTORES OPERATIVOS**

- Mal posicionamiento del equipo Simba
- Error en la lectura de los ángulos de perforación.
- Mal emboquillado.
- Presencia de desnivel en el piso para un óptimo emboquillado.
- Estabilidad del equipo, mal funcionamiento del Stinger.

En la siguiente figura se puede observar la falta de alineación de la barra de perforación, pinzas, shank y mordaza, el cual repercute en una mala calidad de perforación y mayor desviación de taladros largos.

**Figura 45**

Brazo(pinzas), Barra de perforacio, shank y mordaza desalineada



Fuente: Propia, Compañía Minera Alapaya(2022)

### **4.3. VOLADURA**

Para tener un buen rendimiento de los explosivos para la voladura en taladros en abanico, el explosivo debe estar confinado, los taladros deben tener una desviación mínima y las perforaciones deben de ser de calidad, se debe controlar los niveles de energía que se obtendrá para tener los fragmentos deseados, evitando así después de la voladura los puentes o sombreros, que son restos de mineral que no fueron movidos o no fueron detonados, evitando también así los pisos, que es a consecuencia de la mala perforación.

Una buena voladura con taladros perforados eficientemente tiene como objetivo reducir los bancos evitando así costos en voladura secundaria, lo ideal es tener fragmentos referidos, el cual no le dificulte la extracción de mineral al scoop tramp quien realiza la limpieza después de la voladura.

Una buena perforación también está orientado a reducir la dilución de mineral, al control óptimo de la caja techo y caja piso.

En taladros largos se requiere de una cara libre, para poder generar el banco, para ello se debe de realizar un slot que este servirá como cara libre.

Para generar un slot, primero se debe realizar una chimenea o VCR para luego hacer el slot, que facilitará la voladura de las demás secciones ya que el slot servirá de cara libre.

#### **4.3.1. Diseño de carga**

Para el diseño de carga para taladros largos radiales se toma en cuenta el diseño de la perforación tipo radial, según la fórmula empírica es necesario 3 longitudes de taco, las longitudes están dadas por:

$$T_s = 20D$$

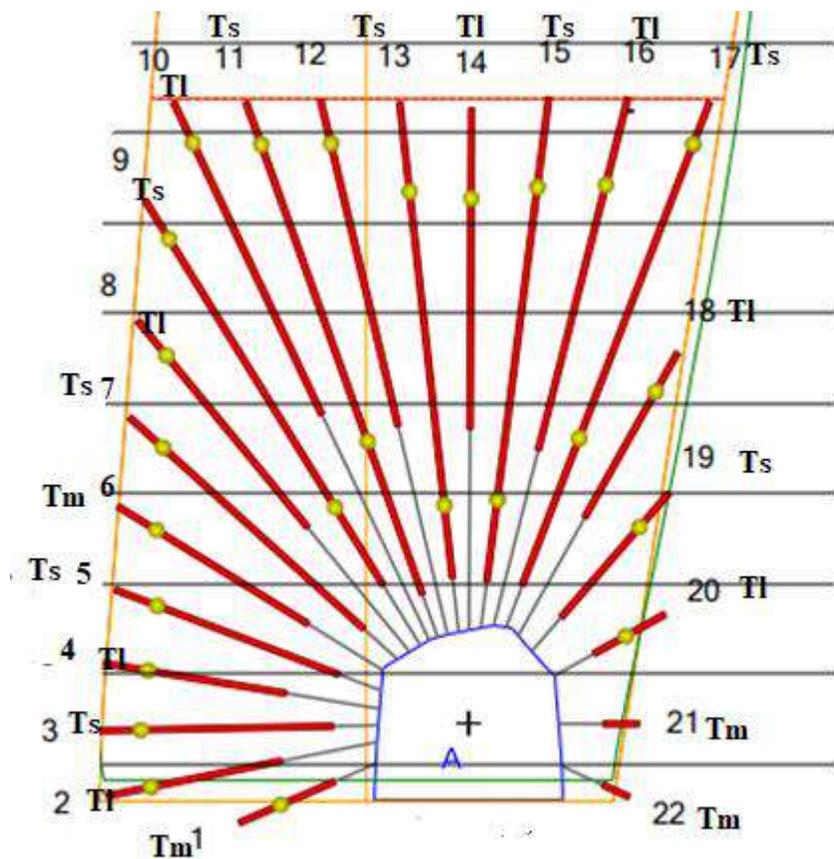
$$T_m = 50D$$

$$T_l = 125D$$

Siendo D el diámetro de perforación, que en este caso es de 64mm

**Figura 46**

Distribucion de carga Tajo 265



Fuente: propia

#### 4.3.2. Cálculo del Factor de Voladura y Factor de Potencia

La longitud de carga en taladros por lo general es de 90% de la longitud de perforación, pero en taladros radiales la longitud de carga se va variando de acuerdo con el espaciamiento de un taladro a otro, ya que, si todos los taladros en abanico se cargarían al 90%, la voladura saldría deficiente ya que por simpatía un taladro afectaría al otro taladro, por ello la longitud de carga van variando de taladro en taladro y dependerá del tipo de abanico, número de taladros, para ello se cargaron en diferentes proporciones, siendo 90%, 78%, 67% con el fin de evitar la simpatía de la voladura y obtener una voladura eficiente.

$$\frac{Q}{m} = \pi D^2 * \rho / 4$$

Donde:

Q: carga (Kg/m)

D: Diametro de Taladro (0.064m)

$\rho$ : densidad del ANFO (900Kg/m<sup>3</sup>)

$$Q/m = \pi(0.064m)^2 * (900Kg/m^3) / 4$$

$$Q/m = 2.89 Kg/m$$

Por tanto, cada metro cargado tendrá un aproximado de 2.89 Kg de ANFO

Longitud Total de carguío se detalla en el siguiente cuadro de distribución de carga, siendo un total de 202.93m cargados por sección.

$$Q/Secc = 202.93m * (2.89Kg/m)$$

$$Q/Secc = 578.74Kg$$

Para cada sección se usará en promedio de 578 Kg de ANFO, cada disparo consta de un total de 3 secciones a cargar, por tanto se usaran un total de 1734Kg de ANFO por disparo

Se espera romper un total de 1200 Tm por cada sección, y un total de 3600 Tm por disparo

FP=Kg de explosivo/Ton

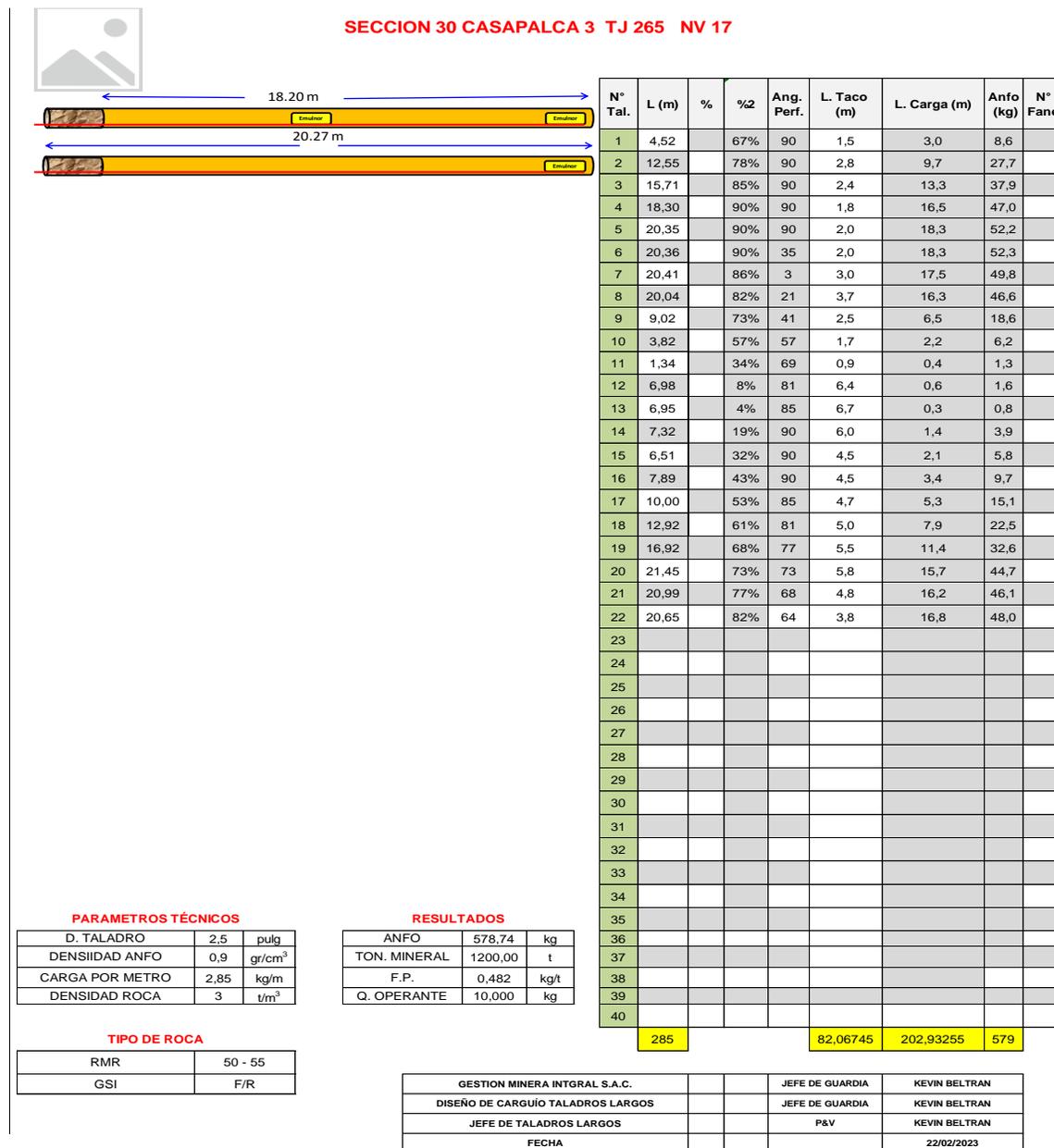
$$FP = 1734Kg / 3600ton$$

$$FP = 0.47Kg/ton$$

En la figura siguiente se puede apreciar el diseño de carga de una sección del tajo 265 y a mayor detalle la distribución de carga para cada taladro según el diseño de malla

Figura 47

Diseño de perforación y voladura para el tajo 265



Fuente: Planeamiento Alpayana

#### **4.4. FACTORES DE OPERACIÓN**

Para el estudio de esta investigación se tomaron en cuenta el manual del Simba 1254, haciendo comparación a los valores arrojados en el tablero de control (manómetros).

Estos aspectos operacionales garantizaran el buen uso de la maquina perforadora, así como también alargar la vida útil de sus repuestos y aceros de perforación.

##### **4.4.1. Capacitación a operadores y ayudantes simba**

La capacitación de operadores y ayudantes simba es de importancia para poder incrementar los metros perforados, una capacitación adecuada podrá establecer un entorno favorable y responsable en el área de trabajo, que el trabajo en equipo y las buenas prácticas para la operación de simbas se podrá reflejar en los buenos resultados al final de una jornada laboral las cuales incluyen:

- **Eficiencia General:** Los operadores y ayudantes simbas que son capacitados constantemente podrán ser capaces de poder aprovechar al máximo el uso de las maquinas perforadoras operando con un mayor rendimiento de manera óptima pudiendo incrementar los metros perforados en cada jornada laboral.
- **Seguridad en el Trabajo:** Las capacitaciones a los operadores y ayudantes simbas están orientadas a un trabajo responsable, para lo cual debe entender perfectamente los peligros y riesgos que existe en el lugar de trabajo, también entender y comprender los peligros y riesgos que existen a la hora de operar equipos de perforación simba. Trabajar seguro minimizando accidentes, lesiones o incidentes garantizara el desarrollo de manera óptima sin poder tener paradas operativas que puedan retrasar la producción.

- Proteger la inversión y longevidad de los equipos: Los operadores y ayudantes de equipos Simba que son capacitados adecuadamente podrán hacer uso adecuado de los equipos de perforación simba, puesto que estas máquinas están en funcionamiento constante; por ello capacitar a los operadores con cursos de mantenimiento mecánico podrán entender mejor el beneficio de las revisiones constantes identificando temprano problemas potenciales.
- Alargar la vida de los Aceros de Perforación: Las buenas prácticas y el uso de los parámetros adecuados al momento de la perforación, el uso de los aceros de perforación es indispensables en minería y el cuidado de este reducirá los costos y se podrá trabajar sin imprevistos.
- Ahorro y Beneficio: Los equipos de perforación simbas podrán mejorar su productividad a bajo costo, ya que con operadores y ayudantes Simbas responsables se podrá mejorar el rendimiento mejorando los beneficios, ya que también se reducirá el consumo de aceros, y el cuidado de las maquinas Simba tendrá menores paradas imprevistas por temas operativos o fallas mecánicas.

El propósito de capacitar al personal encargado de realizar taladros largos con los equipos Simba es poder familiarizar todos los aspectos relacionados con la operación, ya sea los parámetros de perforación, mantenimiento de equipos, seguridad en el área de trabajo, entre otros. Con el objetivo de poder sacar provecho al máximo a los equipos Simba 1254 y Simba S7D.

**Figura 48**

Capacitación de Personal involucrados en el área de taladros largos



Fuente: Propia (2022)

Los parámetros para tomar en cuenta en la perforación de taladros largos son los siguientes:

- Percusión
- Rotación
- Avance (velocidad de perforación)
- Barrido (aire y agua)

Estos parámetros mencionados también dependen de otros factores como son el tipo de roca, tipo de roca, diámetro de taladro. Estos parámetros también deben de ajustarse siempre a las condiciones de perforación, la velocidad de rotación puede ser medido a través de un tacómetro y esta a su vez dependerá del tipo de broca y características de la roca.

La presión de avance depende del operador el cual será controlado de acuerdo a su dureza de la roca, también el barrido el cual puede ser mixto (agua y aire) y en perforaciones positivas solo dependerá del barrido producido por el agua.

#### **4.4.2. *Presión de avance***

La presión de avance de la perforadora Simba 1254 se es recomendable seguir la ficha técnica del fabricante Epiroc, variando y oscilando entre 20-30 bares en perforaciones de emboquillamiento y 80-100 bares en perforaciones regulares (en plena perforación), esto con la intención de poder mantener las barras de perforación pegadas al macizo rocoso mientras se realiza la perforación, pues existen alguna razón por las cuales se deben seguir las recomendaciones de la ficha técnica del fabricante:

- Si existe una menor presión de avance es probable que la perforación sea al vacío, en consecuencia, los botones de la broca podrían perderse desprendiéndose de estas, e incluso puede causar daños al martillo de perforación o a la misma Simba 1254.

En la siguiente figura se puede apreciar la perdida de botones de la broca debido a la perforación en vacío producto de una menor presión de avance durante la perforación.

**Figura 49**

Daño de las Brocas por perforación en vacío



Fuente: Propia (2022)

**Tabla 9**

Presiones de avance emboquillado (Ba)

ANTES DE LA INVESTIGACION		DURANTE LA INVESTIGACION	
16-Nov-22	60	1-Dic-22	20
17-Nov-22	65	2-Dic-22	25
18-Nov-22	60	3-Dic-22	25
19-Nov-22	70	4-Dic-22	25
20-Nov-22	65	5-Dic-22	30
21-Nov-22	70	6-Dic-22	25
22-Nov-22	65	7-Dic-22	30
23-Nov-22	65	8-Dic-22	25
24-Nov-22	60	9-Dic-22	30
25-Nov-22	65	10-Dic-22	25
<b>PROMEDIO</b>	<b>64.5</b>		<b>26</b>

Fuente: Elaboración propia

- Si existe una presión de avance mayor, existirá una mayor presión de la columna de perforación sobre la broca (fuerzas de compresión), esto conllevará a un desgaste rápido y prematuro de los aceros de perforación, especialmente en las uniones (Hilos)

La presión de avance depende mucho del operador ya que este controla de acuerdo al tipo de roca, y este debe adecuarse para una eficiente perforación, para ello se recomienda que la presión de avance en el emboquillado sea de 20 a 30 bares, para luego en plena perforación después de haber emboquillado sean de 80 a 100 bares

**Tabla 10**

Presiones de avance plena perforación (Ba)

ANTES DE LA INVESTIGACION		DURANTE LA INVESTIGACION	
16-Nov-22	95	1-Dic-22	90
17-Nov-22	100	2-Dic-22	85
18-Nov-22	100	3-Dic-22	90
19-Nov-22	105	4-Dic-22	90
20-Nov-22	60	5-Dic-22	85
21-Nov-22	95	6-Dic-22	85
22-Nov-22	105	7-Dic-22	90
23-Nov-22	100	8-Dic-22	90
24-Nov-22	105	9-Dic-22	90
25-Nov-22	95	10-Dic-22	85
PROMEDIO	96		88

Fuente: Elaboracion propia

**Tabla 11**

Cuadro comparativo de un avance deficiente y un avance excesivo

AVANCE DEFICIENTE	AVANCE EXCESIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce la velocidad de penetración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye la velocidad de penetración</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desgasta excesivamente las roscas de la barra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dificulta el desenroscado de las barras</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• perforación en vacío (desprendimiento de insertos de la broca)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aumenta la vibración del equipo y el torque de rotación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños internos de la perforadora por percusión en vacío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desvían más los taladros</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye el apriete y consecuentemente aumenta la temperatura de las uniones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suele doblarse la barra de perforación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se daña los sellos de barrido por temperatura alta del cupling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño excesivo del Shank Adapter</li> </ul>

Fuente: Propia (2022)

**4.4.3. Presión de percusión**

Teniendo en cuenta el mismo análisis anterior, del mismo modo se debe considerar las recomendaciones técnicas del fabricante sobre la presión de percusión, siendo entre 160 y 200 bares para garantizar y optimizar la vida útil de los aceros.

Las malas prácticas de los operadores, sea por diferentes razones o desconocimiento, repercute negativamente en el consumo de acero.

Para el emboquillamiento después de realizar un seguimiento y análisis, queda evidenciado se debe perforar lo mínimo del taladro para posteriormente continuar la percusión con una presión alta.

**Tabla 12**

PRESIONES DE Percusion (Ba)

ANTES DE LA INVESTIGACION		DURANTE LA INVESTIGACION	
16-Nov-22	215	1-Dic-22	200
17-Nov-22	210	2-Dic-22	200
18-Nov-22	205	3-Dic-22	195
19-Nov-22	210	4-Dic-22	200
20-Nov-22	210	5-Dic-22	190
21-Nov-22	210	6-Dic-22	190
22-Nov-22	210	7-Dic-22	190
23-Nov-22	215	8-Dic-22	195
24-Nov-22	215	9-Dic-22	195
25-Nov-22	215	10-Dic-22	200
PROMEDIO	211.5		195.5

Fuente: Elaboración propia

Al momento de empezar con la perforación, en el emboquillado la barra y la broca se deben fijar con la roca, empezando a perforar con una presión baja hasta lograr un mínimo de agujero, para luego continuar la perforación con una presión alta.

**Figura 50**

Rotura de Shank Adapter a causa de mayor presión de percusión y avance



Fuente: Propia (2022)

#### **4.4.4. Presión de rotación**

Teniendo en cuenta los manuales de los Simba 1254, las presiones de rotación recomendables oscilan entre 30 y 50 bares; antes de realizar el trabajo de investigación se observó lecturas fuera de este rango.

Consideremos que a mayor presión de rotación el desgaste de los aceros de perforación será aún más, el desgaste de los botones de la broca será excesivos, pues no cumplirán con su vida útil y no tendrán el rendimiento esperado.

Tabla 13

Presiones de rotación (Ba)

ANTES DE LA INVESTIGACION		DURANTE LA INVESTIGACION	
16-Nov-22	80	1-Dic-22	55
17-Nov-22	80	2-Dic-22	55
18-Nov-22	75	3-Dic-22	55
19-Nov-22	85	4-Dic-22	50
20-Nov-22	80	5-Dic-22	45
21-Nov-22	70	6-Dic-22	45
22-Nov-22	70	7-Dic-22	45
23-Nov-22	65	8-Dic-22	40
24-Nov-22	60	9-Dic-22	45
25-Nov-22	65	10-Dic-22	40
PROMEDIO	73		47.5

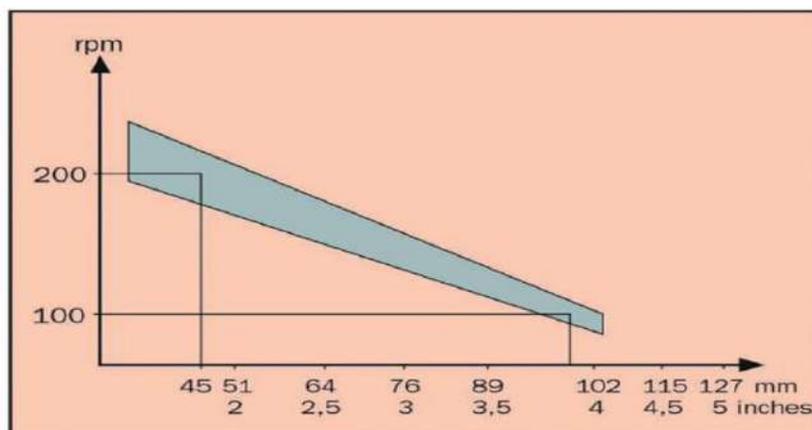
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5. *Revoluciones por minuto RPM*

Para una buena perforación las revoluciones por minuto deben estar bien reguladas según el tamaño de la broca y según el tipo de roca RMR (dureza, abrasividad, fractura, etc). Pues de ello dependerá la regulación de las RPM (140-180 RPM).

#### *Figura 51*

RPM recomendados por epiroc



Fuente: Epiroc

El siguiente cuadro compararemos las presiones recogidas en campo antes de la investigación, presiones recomendadas y las presiones recogidas en campo durante la investigación.

**Tabla 14**

Revoluciones por minuto (RPM)

ANTES DE LA INVESTIGACION		DURANTE LA INVESTIGACION	
16-Nov-22	205	1-Dic-22	180
17-Nov-22	210	2-Dic-22	180
18-Nov-22	210	3-Dic-22	170
19-Nov-22	220	4-Dic-22	170
20-Nov-22	205	5-Dic-22	180
21-Nov-22	220	6-Dic-22	180
22-Nov-22	210	7-Dic-22	160
23-Nov-22	210	8-Dic-22	170
24-Nov-22	200	9-Dic-22	170
25-Nov-22	205	10-Dic-22	160
PROMEDIO	209.5		172

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el siguiente cuadro se puede apreciar un resumen de las presiones a controlar para el rendimiento de perforaciones, la cual se aprecia que antes de la investigación está fuera de los rangos recomendados, y durante la investigación se pudo controlar estos parámetros de perforación de los equipos simba H1254.

**Tabla 15**

Presiones Recolectadas antes y durante la investigación

Presiones	recolectadas en campo antes de la investigación (ba)	recomendadas y correctas (Ba)	Recolectadas durante la investigación (Ba)
Rotación	73	50	40-50
Percusión	211.5	200	190-200
Avance	97	90	80-90
agua	6	6	6
RPM	209.5	180	140-180

#### 4.5. Factores antes de la perforación

##### 4.5.1. Rendimientos del equipo simba H-1254

Los meses febrero a noviembre se registraron un promedio de perforación de 101.77 por guardia en promedio se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 16**

Rendimiento de perforación del simba J-10

	programado/guardia (m)	ejecutado promedio/guardia (m)	Porcentaje de cumplimiento
febrero	165	91.45	55.4%
marzo	165	85.86	52.0%
abril	165	127.9	77.5%
mayo	165	70.03	42.4%
junio	165	104.23	63.2%
julio	165	128.65	78.0%
agosto	165	86.5	52.4%
setiembre	165	106.23	64.4%
octubre	165	127.65	77.4%
noviembre	165	89.2	54.1%

Fuente: propia (2022)

Realizando el diagnostico de los rendimientos antes de la investigación se tuvo que hacer seguimiento y controlar los factores técnicos, operacionales y economicos, con el objetivo de llegar al programado o estar por encima de lo programado

#### **4.5.2. Malla de perforación**

Para realizar la perforación, antes se debe de saber la ubicación de la labor, se debe de inspeccionar las condiciones del cómo se encuentra (posibles riesgos y peligros) y proceder a eliminar los peligros y riesgos.

Seguidamente el operador y ayudante deben de llenar sus herramientas de gestión; realizar orden y limpieza de la labor retirando los materiales inservibles del lugar de trabajo, y los materiales y herramientas colocar en un lugar adecuado para un mayor orden.

Revisar la malla de perforación del tajo a realizar la perforación

### 4.5.3. *CALCULO DEL BURDEN Y ESPACIAMIENTO*

#### 4.5.3.1. **Burden y espaciamento**

El burden es la línea de menor resistencia a la cara libre, o distancia del taladro a la distancia de la cara libre más próxima.

Para el cálculo se tienen factores como el diámetro del taladro, tipo de roca, explosivo a usar, el equipo de perforación y la fragmentación que deseamos obtener.

La fórmula empírica es:

Rango de 24 a 30 veces el diámetro del taladro

Entonces

$$\text{Burden} = 24 * D$$

$$B = 24 * 0.064 = 1.54\text{m}$$

Para el cálculo del espaciamento se usará el método de ASH

$$\text{Espaciamento} = (1.0 - 1.2)B$$

$$E = 1(1.54\text{m})$$

Generalmente estos taladros se perforan y se diseñan a partir de un punto, pero lo ideal sería que los taladros se marquen en toda la periferia de la sección.

Los parámetros varían según las dimensiones del cuerpo mineralizado y la altura de bancada, el tipo de roca, diámetro del taladro, tipo de explosivo, longitud de taladro, entre otros.

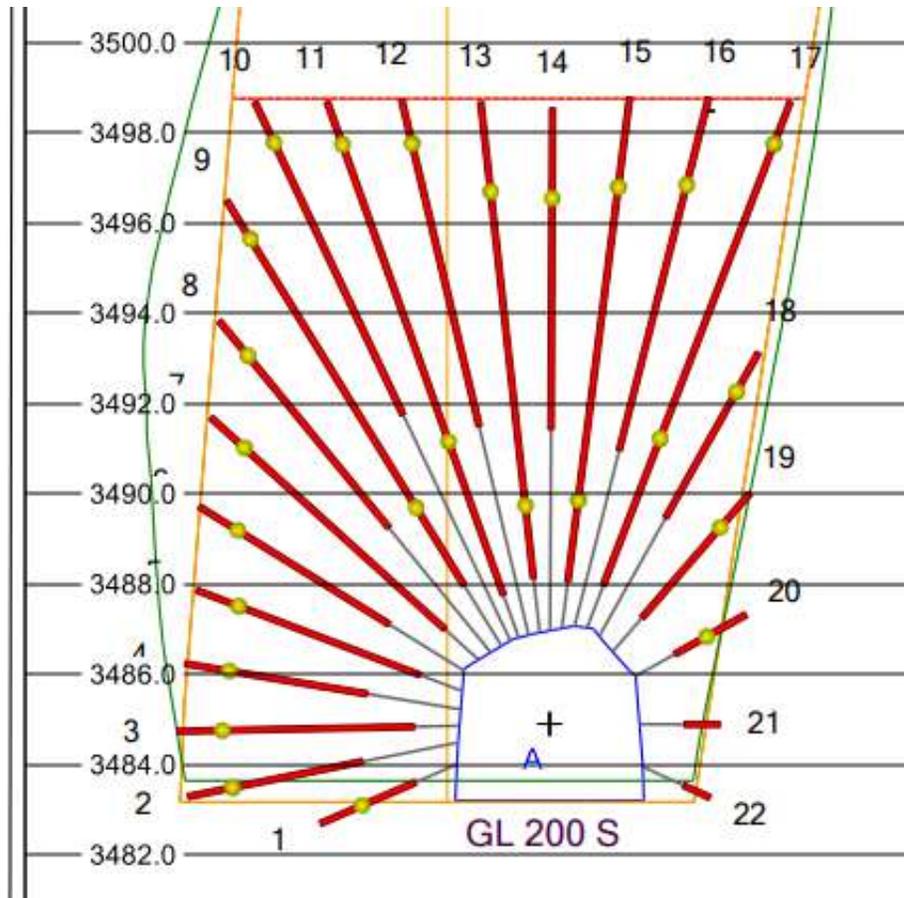
Los taladros que se perforaran en el techo serán más largos que los taladros que se encuentren en las cajas con el fin de mantener la estabilidad de los tajos.

El número de taladros por fila o sección está en función al cuerpo mineralizado.

La perforación de los taladros se realizará desde un punto, ya que el equipo de perforación para este caso el Simba 1254 no se desplazará.

**Figura 52**

Diseño de malla de Perforación y diseño de carga del tajo TJ 265



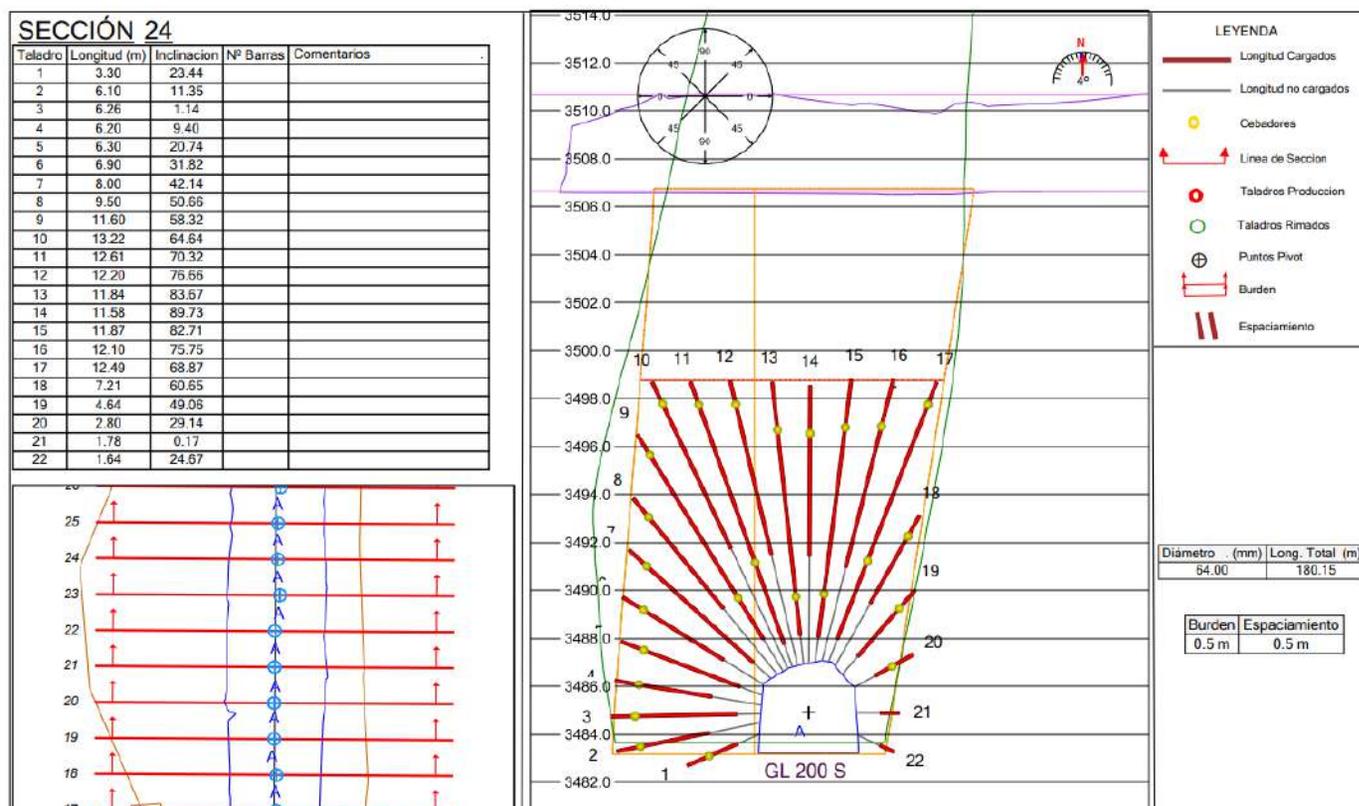
Fuente: Planeamiento Alpayana

Aspectos para tomar en cuenta:

- El diseño y el marcado de las mallas de perforación deben ser realizadas por el área de topografía.
- Control de la perforación
- Levantamiento topográfico de los taladros perforados.
- Minimizar las desviaciones se hará uso del tubo guía.

Figura 53

Sección 24 tajo TJ 265



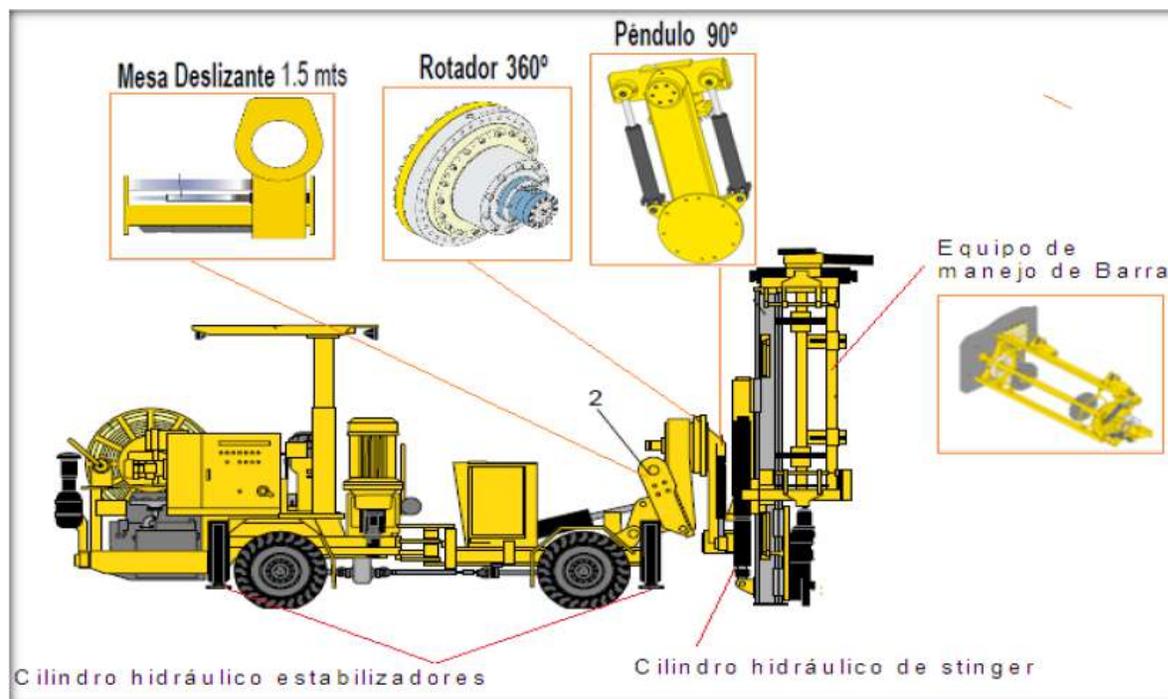
Fuente: Planeamiento Alpayana

#### 4.5.4. Equipo de perforación Simba H-1254

El equipo de perforación simba H1254 es un jumbo electrohidráulico de la línea de epiroc diseñados para la perforación de taladros largos para cuerpos mineralizados, siendo más competente en perforaciones radiales, está compuesta por una maquina perforadora COP 1838 HD, sus características básicas se detallan en el siguiente cuadro.

**Figura 54**

Equipo Simba 1254



Fuente: Manual de instrucciones de operación simba, Epiroc

**Tabla 17**

Características Básicas simba H1254

perforadora	COP 1838 HD
capacidad de carrusel	17+1
Ancho (m)	2.38
Largo (m)	7.402
Alto (m)	2.66-2.92
Peso (Kg)	12500

Fuente: Epiroc

El equipo simba H1254 cuenta con una columna de perforación T38 incorporadas en su carrusel, cuenta también con Shank Cop, las barras de perforación son de 5 pies y las brocas de 64mm

#### **4.5.4.1. Instalación**

En los equipos Simba 1254 la instalación debe ser cuidadosa, con todos los EPPs para evitar accidentes, y de manera coordinada entre ayudante y operador.

La instalación se debe realizar con energía cero, haciendo uso de EPP dieléctrico, para ello antes se debe verificar los niveles de aceite hidráulico, el nivel de combustible, o el conocido “vuelta al gallo”.

La inspección del equipo es de vital importancia para antes de realizar los trabajos de perforación, se debe verificar el buen estado y funcionamiento del sistema mecánico y eléctrico del equipo, así como los dispositivos de seguridad haciendo el uso del check list de pre-uso.

La instalación de los servicios de agua y aire deben de ser correctas, revisando que las válvulas estén cerradas para luego instalar, se debe estar verificando la presión de los servicios de agua y aire para que quede listo para realizar la perforación.

La instalación de la energía eléctrica se debe realizar con EPP dieléctrico, colocando los cables a media altura en los hastiales aislando de los charcos de agua del piso.

#### **4.5.4.2. Posicionamiento**

Para una buena perforación siguiente los planos y mallas de perforación es importante el correcto posicionamiento de los Simba 1254, pues de ello depende la buena perforación para conseguir una buena voladura.

Los equipos simba 1254 por lo general se asignan a trabajos estacionarios, donde su posicionamiento debe ser de manera cuidadosa, por lo general se les asigna perforaciones radiales.

Para Simbas S7D el posicionamiento debe ser correctamente establecido ya que estos son móviles a diferencia de los 1254 que son estacionarios.

#### **4.5.4.3. Alineación**

Para la alineación el equipo Simba 1254 ya cuenta con sus sensores de ángulo que facilitan al operador alinear las barras de perforación, para que la desviación de los taladros sea en lo posible lo más mínimo, así garantizar una buena perforación y al momento de cargar para su voladura sea optima.

Una mala alineación dificulta al operador de Simba poder avanzar con la perforación, ya que esta dificultada tomara tiempo en el acoplamiento y en la recuperación de barras después de la perforación, disminuyendo el rendimiento de la operación.

Una mala alineación también reducirá la vida útil de los aceros de perforación, ya que una mala alineación habrá más rose al comento de colocar y recuperar las barras, desgastando los hilos y ejercerá mayor presión en el shank y la barra.

#### **4.5.4.4. Emboquillado**

Al momento de empezar la perforación el emboquillado si es buena garantizara una perforación rápida y sin mucha desviación, para ello el operador debe posicionar la broca firmemente con la roca teniendo en cuenta que al iniciar la perforación este al tanto de la presión de avance y rotación, así como también hacer uso de los barridos dependiendo sea el caso, para perforaciones positivas el barrido debe ser con agua, y en el caso de perforaciones negativas el barrido debe ser con aire y sin agua así garantiza el buen colocado del tuvo Casing, ya que si hacemos uso del barrido con agua este debilitara las paredes y será difícil el colocado del tuvo casing.

Una vez perforado por encima de 5cm ya se puede perforar con los parámetros recomendables.

#### ***4.5.5. evaluación de tiempos de perforación de los equipos simba 1254***

Las perforaciones con Simba 1254 se debe aprovechar al máximo su disponibilidad mecánica para poder realizar los taladros largos, para ello el área de mantenimiento tratan de dar soporte técnico para que el equipo pueda tener mayor confiabilidad a la hora de realizar sus perforaciones.

Los equipos simba llevan cierto control, ya sea el horómetro Diesel, horómetro de percusión y horómetro del compresor, pero estos no representan una cifra oficial del uso efectivo de los quipos simba; en consecuencia, se hace seguimiento a las horas operativas efectivas, así como las demoras, entre otros.

El seguimiento de la medición de tiempos promedio para la simba J10 se detalla en la siguiente tabla, considerando los tiempos tolerables y las demoras operativas de un total de 12 horas que consta la guardia se tiene un total promedio de demoras operativas de casi 7 horas.

La importancia de limitar las demoras y tiempos tolerables es incentivar a tener un buen rendimiento de m/hr (metros por hora), por ello estudiar sus demoras y tiempos muertos es importante para poder analizar y tomar decisiones si estas demoras toman con mayor frecuencia.

Con el seguimiento que se realizó a los simba H1254 se puedo conocer más de fondo alguna demoras operativas y demoras tolerables.

Del cuadro anterior se puede analizar y optimizar el tiempo de lubricación del equipo, que el área de mantenimiento lo realizara mientras el operador se encuentre en su hora de almuerzo y si es de turno noche, mientras el operador se encuentre en su hora de descanso, que son aproximadamente 20 minutos que se pueden usar para la perforación.

**Tabla 18**

Medición de tiempos promedio para un Simba

<b>TIEMPO TOLERABLE</b>	<b>Tiempo Promedio</b>
Traslado al operador (ingreso a interior mina)	00:35
Charlas de seguridad (5min)	00:25
Reparto de guardia	00:30
Traslado al operador a su labor	00:15
Almuerzo / refrigerio	01:00
Traslado del operador a superficie	00:35
Tiempo total Tolerable	03:20
<b>DEMORAS OPERATIVAS</b>	
Llenado de Herramientas de gestion	00:10
Fallas mecanicas	01:05
Mantenimiento correctivo	00:20
Lubricacion de equipo y engrase	00:15
Mantenimiento programado	00:30
Rotura de manguera	00:25
Desatado de labor	00:10
Traslado de quipo a otra labor	00:10
Instalacion de equipo	00:15
Falta de ventilacion	00:15
	03:35
<b>Total</b>	<b>06:55</b>

Fuente: Área de Taladros Largos GMI S.A.C

**4.5.6. Performance de perforacion de los equipos simba**

Con el fin de estimar el rendimiento de los equipos simba 1254 se analizó los datos de perforación para obtener el rendimiento para taladros largos.

En el siguiente cuadro podemos analizar cuanto es el rendimiento promedio de las Simba 1254, tomando en consideración en donde hubo mayor metraje y rendimiento se debe a la perforación de taladros positivos, ya que en perforaciones negativas se tiene que integrar el sistema de tubería casing y la perforación es más lenta.

**Tabla 19**

Control de tiempos y metros perforados (Rendimiento de perforación Simba H1254)

METRAJE EJECUTADO (m)	TIEMPO DE PERFORACION (MIN)	RENDIMIENTO m/Hr
31	68	27
61	111	33
92	335	16
202	410	30
196	380	31
195	305	38
144	300	29
152	330	28
101	240	25
147	300	29
108	170	38
163	310	32
2	157	35
271	319	51
213	255	50
Promedio		32.8

Fuente: Área de taladros largos GMI. S.A.C

Del cuadro anterior se obtuvo un promedio de 33m/hr indistintamente sea taladros positivos o taladros negativos.

en 20min de tiempo se pueden perforar hasta 11m, teniendo en cuenta de las demoras operativas que se asignan al momento de lubricar el equipo.

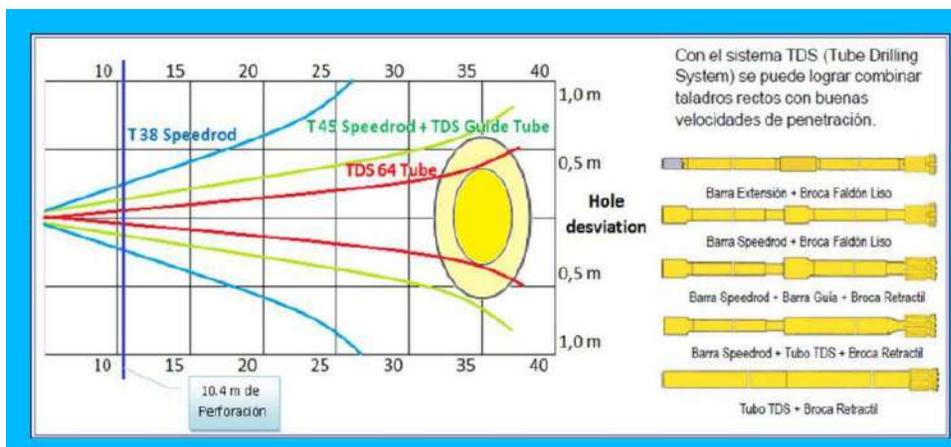
En un día son 22m y en una semana podrían ser 144m, que ya es significativo el rendimiento de la perforación si logramos optimizar el tiempo de lubricación del equipo.

#### **4.5.6.1. ANALISIS COSTO BENEFICIO TUBO GUIA**

Para obtener una perforación óptima en taladros largos, la desviación debe ser mínima siendo el límite permitido de hasta 5%, pues un buen taladro sin desviaciones considerables dará una voladura óptima, pues será causal del daño de la caja pis o y techo que repercute la desviación de taladros.

**Figura 55**

Desviación de taladros con y sin uso de tubo Guía

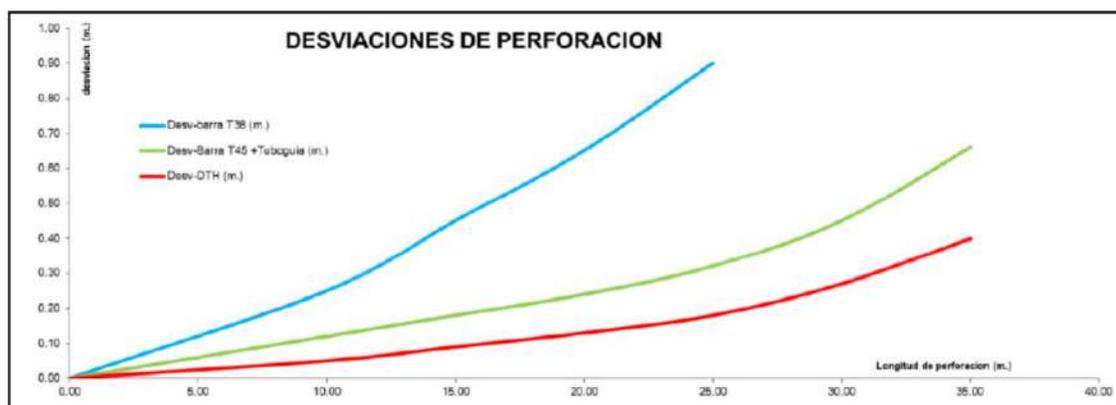


Fuente: GMI S.A.C.

El grafico muestra la desviación para taladros mayores a 10.4m

**Figura 56**

Desviación de taladros martillo en cabeza, DTH



Fuente: GMI S.A.C

El grafico muestra la desviación según el tipo de barra, siendo las DTH con menor desviación, ya que su martillo es de fondo

**Tabla 20**

Análisis Costo/Beneficio Voladura Secundaria

Costo-Befecicio (Tubo tag - Voladura Secundaria)				
Descripción	Por unidad		Mensual	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Tubo Tag (costo)	1,698.29	S/.	44,155.54	S/.
Tubo Tag (vida útil)	1,000	m	26,000	m
Costo Explosivo Secundario	4.12	(S./)/Kg	4.12	(S./)/Kg
Factor de Voladura	0.67	Kg/tn	0.67	Kg/tn
% Voladura Secundaria Real	20%	%	20%	%
% Voladura Secundaria Propuesto	10%	%	10%	%
Factor de rotura	4	tn/m	4	tn/m
Tonelaje Roto	4,000	tn	104,000	tn
Tonelaje voldura Secundaria (Real)	800	tn	20,800	tn
Tonelaje voldura Secundaria (Propuesto)	400	tn	10,400	tn
Ahorro de Explosivo Secundario	267	Kg	6,933	Kg
<b>Ahorro Costo de Voladura Secundaria</b>	<b>1,099</b>	<b>S/.</b>	<b>28,565</b>	<b>S/.</b>

Fuente: Área de Costos GMI S.A.C

**Tabla 21**

Análisis Costo/Beneficio Personal

Costo-Befecicio (Tubo tag - Personal)				
Descripción	Por unidad		Mensual	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Tonelaje sin voldura secundaria	400	tn	10,400	tn
Costo personal	0.32	(S./)/Tn	0.32	(S./)/Tn
<b>Ahorro costo de personal</b>	<b>127</b>	<b>S/.</b>	<b>3,314</b>	<b>S/.</b>

Fuente: Área de Costos GMI S.A.C

**Tabla 22**

Análisis Costo/Beneficio Limpieza carga.

Costo-Beneficio (Tubo tag - Limpieza)				
Descripción	Por unidad		Mensual	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Costo Scoop/hora	151.19	S/.	151.19	S/.
Rendimiento actual Scoop	92	tn/h	92	tn/h
Costo Volquete/hora	59.94	S/.	59.94	S/.
Rendimiento actual Volquete	41	tn/h	41	tn/h
Costo Dumper/hora	123.84	S/.	123.84	S/.
Rendimiento actual Dumper	38	tn/h	38	tn/h
Rendimiento propuesto Scoop	101.2	tn/m	101.2	tn/m
Rendimiento propuesto Volquete	45.1	tn/m	45.1	tn/m
Rendimiento propuesto Dumper	41.8	tn/m	41.8	tn/m
Horas optimizadas Scoop	3.95	h	102.77	h
Horas optimizadas Volquete	3.55	h	92.24	h
Horas optimizadas Dumper	5.74	h	149.28	h
Ahorro costo Scoop	597.59	S/.	15,537.28	S/.
Ahorro costo Volquete	212.66	S/.	5,529.06	S/.
Ahorro costo Dumper	711.06	S/.	18,487.64	S/.
<b>Ahorro Costo de Limpieza</b>	<b>1,521</b>	<b>S/.</b>	<b>39,554</b>	<b>S/.</b>
<b>Ahorro Total</b>	<b>1,049</b>	<b>S/.</b>	<b>27,278</b>	<b>S/.</b>

Fuente: Área de Costos GMI S.A.C

Sin el uso del tubo guía las desviaciones de los taladros son mayores, por tanto al momento de hacer la voladura suele dañar las cajas techo y piso, generando sobre rotura en el tajo. Al dañar las cajas techo y piso la dilución aumenta

#### **4.5.7. FACTORES DE PRODUCTIVIDAD**

En el siguiente cuadro podemos apreciar la tendencia negativa de los equipos simba, para lo cual con el trabajo de investigación realizado primero se buscó las causas por el cual su rendimiento eran bajos, y por general fueron por causas operativas y por demoras mecánicas.

El estudio se basa respecto a los metros perforados por equipo, metros acumulados mensualmente para su respectivo análisis y toma de decisiones.

Los factores para poder incrementar la productividad en las perforaciones de taladros largos se consideraron los siguientes: Organización, un buen liderazgo, la planificación, la metodología, los incentivos a los trabajadores, y el compromiso para incrementar la productividad.

Durante los meses de enero a noviembre del año 2022 los metrajes ejecutados están por debajo de los metrajes planeados que estos reportes son referentes para la comparación con el mes que se desarrolló el trabajo de investigación.

Durante la investigación se nota las mejoras en los reportes de cada uno de los equipos simba, superando los metrajes planeados tal y como se muestra en la figura 55.

Figura 57

Reporte de los equipos simba antes del trabajo de investigación

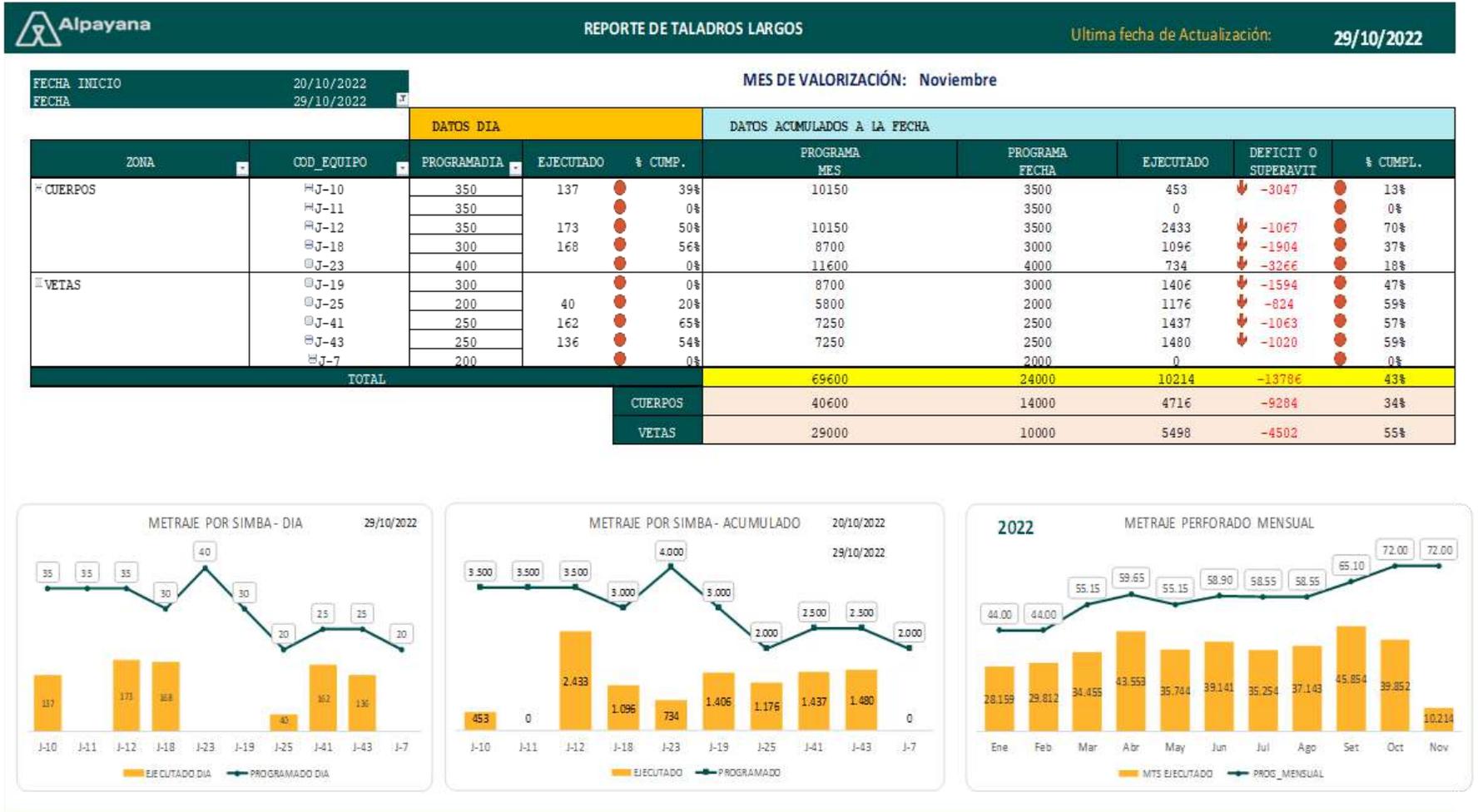
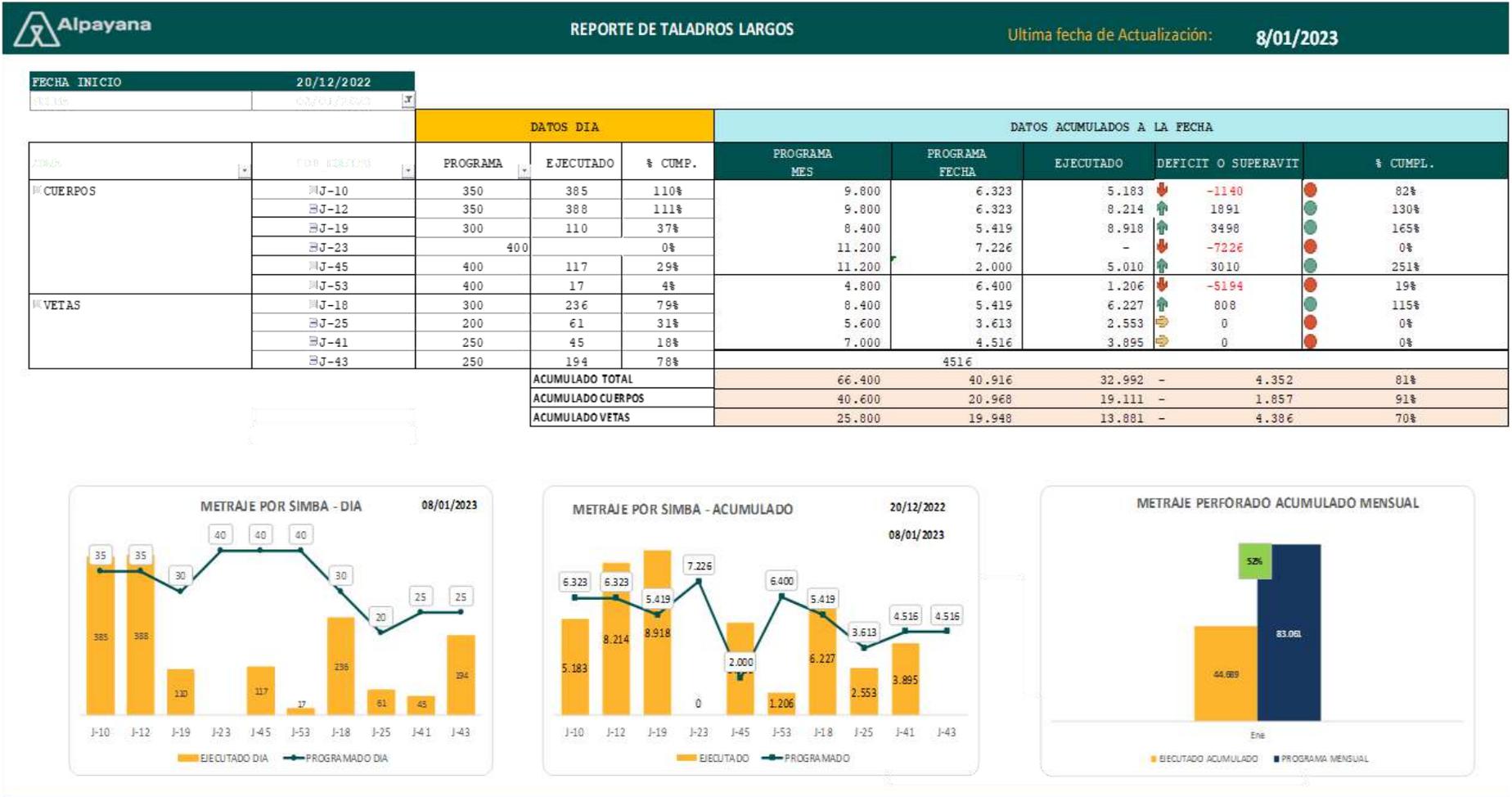


Figura 58

Reporte de los equipos simba durante la investigación

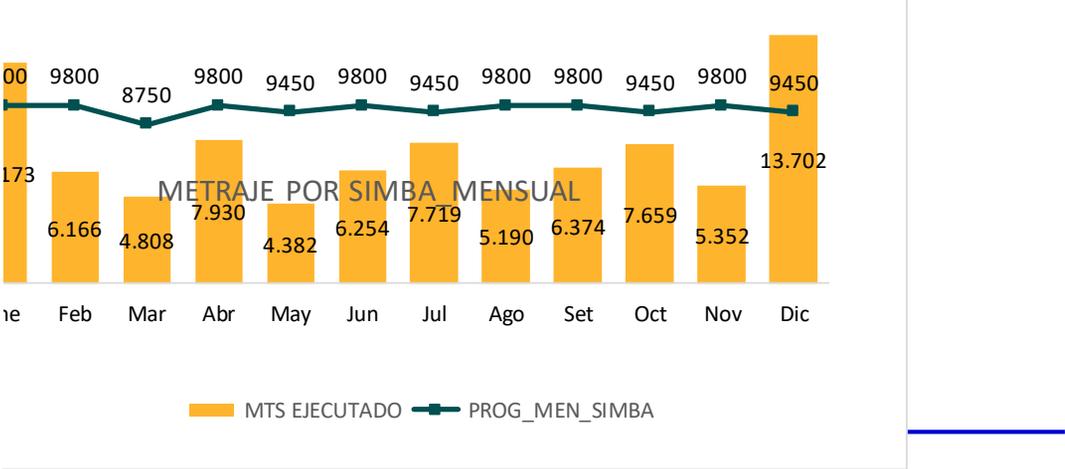


Fuente: Propia (2022)

cuadro podemos apreciar el incremento de los metros perforados mensualmente, y vemos que el mes de diciembre se elevó hasta un 44.9% respecto al metraje programado y mejorando un 156.01% respecto al mes de noviembre. La siguiente tabla es de la simba H-1254 enumerado como J-10

**Figura 59**

Metros ejecutados antes y durante la investigación



Fuente: Propia (2023)

**Tabla 23**

Porcentaje de cumplimiento de los metros programados antes y durante la ejecución del trabajo de investigación

meses	programado/guardia	ejecutado promedio	Porcentaje de cumplimiento
enero	9800	12173	124%
febrero	9800	6166	63%
marzo	8750	4808	55%
abril	9800	7930	81%
mayo	9450	4383	46%
junio	9800	6254	64%
julio	9450	7719	82%
agosto	9800	5190	53%
setiembre	9800	6374	65%
octubre	9450	7659	81%
noviembre	9800	5352	55%
diciembre	9450	13702	145%

Fuente: Propia (2023)

#### 4.5.8. *Confiabilidad de los equipos Simba 1254*

Para un buen rendimiento de metros perforados para cada equipo es importante contar con el respaldo de la confiabilidad, ya que las paradas por fallas mecánicas reducen el rendimiento de perforación, para ello reducir el número de paradas incrementara el rendimiento de perforación.

Su expresión matemática del rendimiento es la siguiente:

$$\text{Confiabilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) * 100$$

MTBF= Tiempo medio entre fallas

MTTR= Tiempo medio para la reparación

Para recolectar datos de los tiempos de falla y reparación se tuvo que tomar en cuenta un aproximado por parte del área mecánica trackles y es la siguiente:

$$\text{Confiabilidad} = 35 / (35 + 10) * 100$$

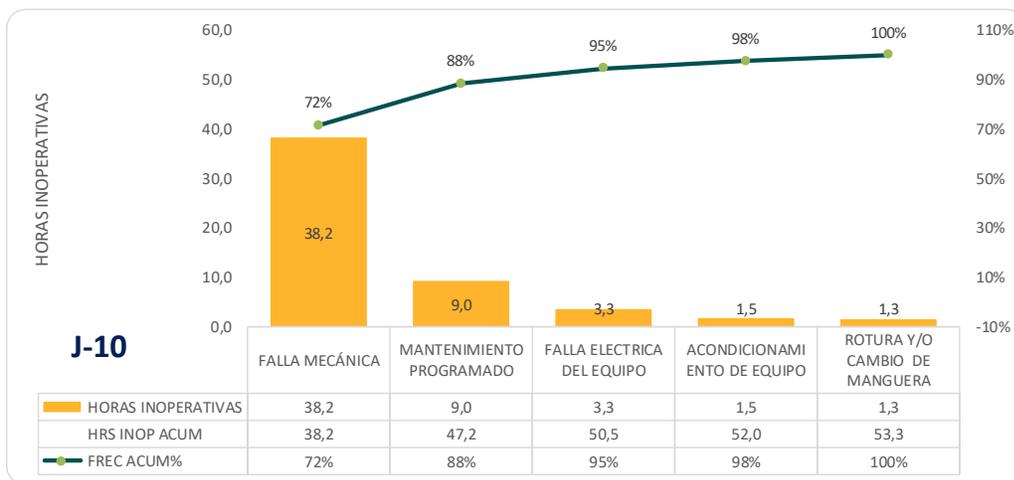
Confiabilidad= 77.78%

En la siguiente figura veremos con exactitud las paradas por falla mecánica que tuvo el equipo J-10 durante el mes de diciembre.

**Figura 60**

Tipo de parada para el Simba J-10 por falla mecánica o equipo

COD_EQUIPO		J-10		
TIPO DE PARADA	HORAS INOPERATIVAS	HRS INOP ACUM	FREC ACUM%	
FALLA MECÁNICA	38,2	38,2	72%	
MANTENIMIENTO PROGRAMADO	9,0	47,2	88%	
FALLA ELECTRICA DEL EQUIPO	3,3	50,5	95%	
ACONDICIONAMIENTO DE EQUIPO	1,5	52,0	98%	
ROTURA Y/O CAMBIO DE MANGUERA	1,3	53,3	100%	

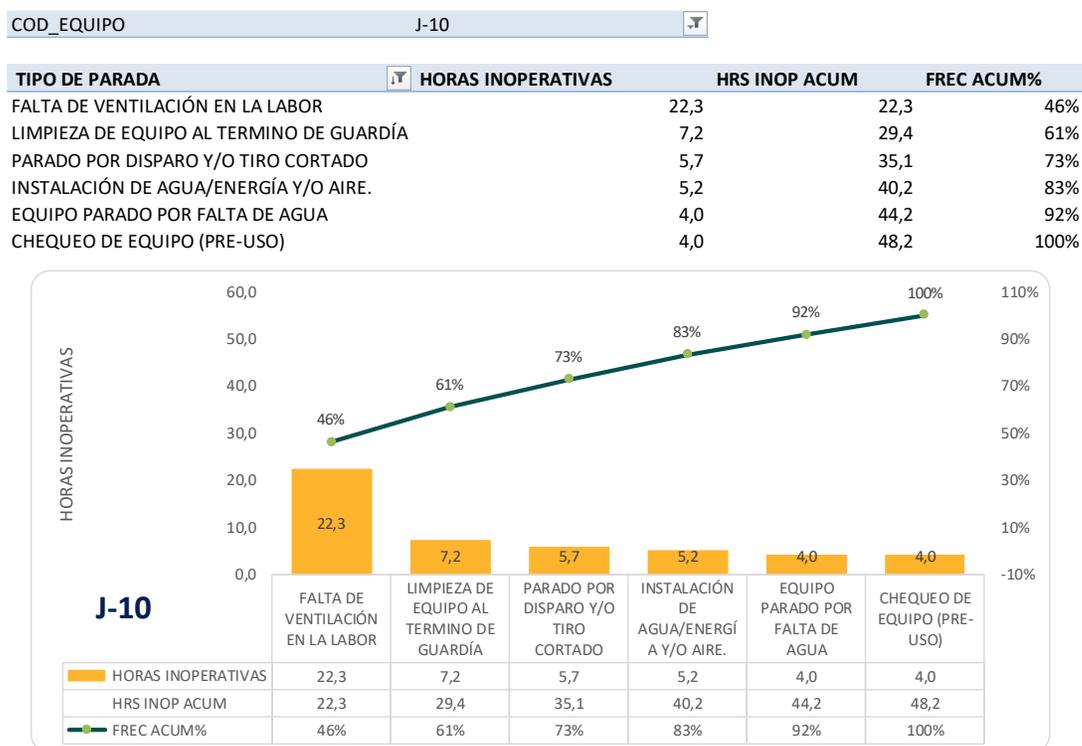


Fuente: Propia (2023)

La principal parada del equipo simba es la falla mecánica que acumularon hasta 38.2 horas durante el mes de diciembre, seguido del mantenimiento programado y la falla eléctrica del equipo; cabe mencionar que en las fallas mecánicas se considera las roturas de mangueras, rotura de shank y otras fallas mecánicas frecuentes.

**Figura 61**

Tipo de parada para el Simba J-10 por motivos que no sean mecánicos o del equipo



Fuente: propia

Las paradas que no son mecánicas el mayor porcentaje son por falta de ventilación durante el mes de diciembre se observan en la imagen anterior, en el cual el equipo simba no pudo avanzar con los metros perforados perjudicando el rendimiento optimo.

**4.5.9. CAPACITACION A LOS OPERADORES SIMBA**

El propósito de la capacitación de los operadores simba es poder mejorar sus rendimientos de metros perforados por guardia sacando así el máximo provecho a los equipos de perforación simba, incrementando los metros perforados consecuentemente incrementando la producción a menor costo.

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

En esta etapa podremos detallar los resultados obtenidos durante el trabajo de investigación, tomando nota en las perforaciones realizadas por los equipos simba 1254, en el tajo 265, hubo mejoras operativas en todos los equipos de perforación Simbas que hay en la Unidad Minera Alpayana, mejorando así los costos operativos, y el rendimiento de los metros perforados.

El cuadro siguiente se detalla los metros perforados tanto ejecutados y programados, vemos que, durante los meses del año 2022, notando un crecimiento para el mes de diciembre donde se ejecutó los planes para la mejora de los factores técnico-operacionales.

#### **5.1. Objetivo Especifico 1**

Los factores técnicos y las buenas prácticas en la operación de perforación de taladros largos con el equipo simba H1254, la cual se ejecuto en el trabajo de investigación se ve

reflejado en los rendimientos en los siguientes cuadros se muestra los resultados de la hipótesis específica 1, incrementando los metros perforados.

**Tabla 24**

Metros perforados por los simbas año 2022

meses	Mts Ejecutados (m)	Metros Programados (m)	Porcentaje de cumplimiento
Enero	77848	75784	102.72%
Febrero	29812	58800	50.70%
Marzo	34455	52500	65.63%
Abril	43553	58800	74.07%
Mayo	35744	56700	63.04%
Junio	39141	58800	66.57%
Julio	35254	56700	62.18%
Agosto	37143	72800	51.02%
Setiembre	45854	67200	68.24%
Octubre	39852	64800	61.50%
Noviembre	39503	78400	50.39%
<b>Diciembre</b>	<b>74542</b>	<b>75600</b>	<b>98.60%</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, analizando en el cuadro anterior de metros perforados por mes se muestra el resultado, que durante los meses entre febrero y a noviembre del 2022 los metros ejecutados fueron bajas en comparación a los programados.

Los cuadros pertenecen a Simbas 1254, S7D y muki, todos ellos en el área de taladros largos tanto en vetas como en cuerpos.

Para el mes de noviembre solo se ejecutó el 50.39% de lo programado, un resultado deficiente y con claros indicios para poder mejorar.

Para el mes de octubre similar caso, solo se ejecutó el 61.5% de lo programado, así podemos seguir analizando los meses anteriores, obteniendo cifras deprimentes.

Una vez ejecutado el trabajo de investigación, el porcentaje ejecutado es de un 98.6%, acercándose a un 100%, lo cual refleja una buena ejecución para los trabajos encomendados.

Los cuadros pertenecientes a los equipos Simbas H1254, S7D y muki, todos ellos en el área de taladros largos tanto en vetas como en cuerpos.

Ahora un análisis específico con el equipo simba J-10 que es un equipo simba H1254, el cual se hizo seguimiento en el trabajo de investigación el cual se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 25**

Metros perforados año 2022 Simba J-10

Meses	Mts Ejecutados (m)	Metros Programados (m)	Porcentaje de cumplimiento
Enero	12173	9800	124.21%
Febrero	6166	9800	62.92%
Marzo	4808	8750	54.95%
Abril	7930	9800	80.92%
Mayo	4382	9450	46.37%
Junio	6254	9800	63.82%
Julio	7719	9450	81.68%
Agosto	5190	9800	52.96%
Setiembre	6374	9800	65.04%
Octubre	7659	9450	81.05%
<b>Noviembre</b>	<b>5352</b>	<b>9800</b>	<b>54.61%</b>
<b>Diciembre</b>	<b>13702</b>	<b>9450</b>	<b>144.99%</b>

Fuente: Propia

Para el mes de diciembre donde se implementó las mejoras en los factores técnicos-operacionales el Simba J-10 supero en 4252 metros sobre el programado y 8350 metros sobre el mes anterior, siendo un 44.99% más productivo sobre lo programado y 156% más productivo sobre el mes anterior(noviembre).

**Tabla 26**

Metros perforados año 2022 Simba J-12

meses	programado/guardia	ejecutado promedio	Porcentaje de cumplimiento
enero	9800	12657	129%
febrero	9800	2396	24%
marzo	8750	5295	61%
abril	9800	8167	83%
mayo	9450	5950	63%
junio	9800	7397	75%
julio	9450	3195	34%
agosto	9800	5964	61%
setiembre	9800	7744	79%
octubre	9450	5959	63%
noviembre	9800	6397	65%
<b>diciembre</b>	<b>9450</b>	<b>10898</b>	<b>115%</b>

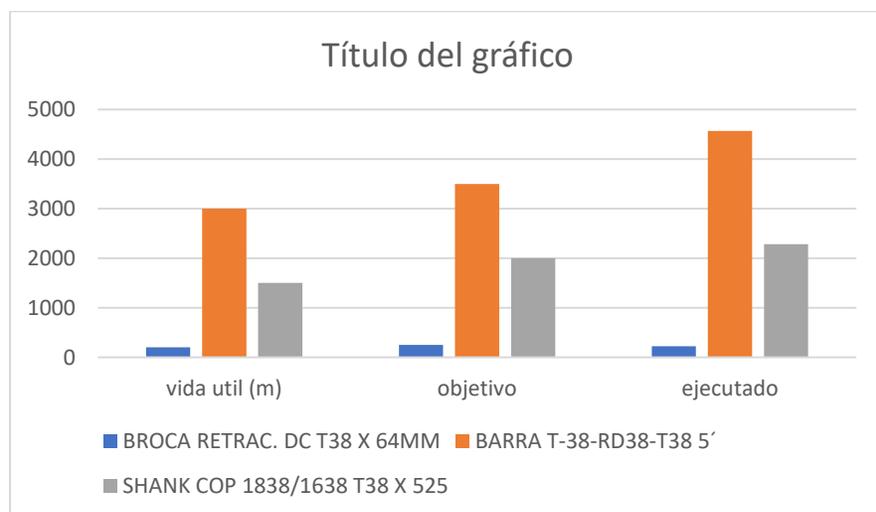
Fuente: Propia

El otro equipo simba H1254 con la codificación de J-12 de similar manera logro superar los metrajes programado para el mes durante la investigación en un 15%, y 70.36% respecto al mes de noviembre.

**5.2. Objetivo Especifico 2**

**Figura 62**

Consumo de acero mes Diciembre J-10



Fuente: Propia (2022)

**Tabla 27**

Consumo Aceros mes diciembre 2022 Simba J-10

Acero de perforación	cantidad de cambios	metros perforados	vida util (m)	objetivo	ejecutado	
BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	62	13702	200	250	221	111%
BARRA T-38-RD38-T38 5'	54	13702	3000	3500	4567.33	152%
SHANK COP 1838/1638 T38 X 525	6	13702	1500	2000	2283.67	152%

Fuente: Propia (2022)

En la tabla se detalla los resultados de la prueba de campo y el nuevo escenario de los aceros de perforación, incrementando la vida útil de los aceros de perforación.

La broca incremento hasta un 11% de su vida útil

La vida útil de las barras de perforación se incrementó hasta un 52% de su vida útil

La vida útil del Shank Adapter (Culata), se incrementó en un 52%

Esto se expresa el buen uso de la maquina perforadora, las buenas prácticas durante la perforación, el uso de la grasa para lubricar los aceros de perforación, perforara de acuerdo a los parámetros recomendados en fabrica, y también al uso correcto del tubo Casing, ya que anteriormente sin el uso de este método solían perderse barras por quedar plantados durante la perforación.

Estos resultados arrojados indica un incremento positivo por consecuencia de las buenas prácticas de los operadores y ayudantes Simba, también nos refleja que el buen mantenimiento de los aceros de perforación incrementase los rendimientos en los aceros a la hora de la perforación de taladros largos.

### 5.3. Objetivo Especifico 3

Mejorado los factores técnico-operacionales nos permite incrementar los metros perforados y también nos permite avanzar más, no solo en metros perforados, sino también en avances de las diferentes áreas ya sea en cuerpos o en vetas. Disminuyendo los costos y aumentando el rendimiento.

**Figura 63**

Consumo explosivos programado y ejecutado mes diciembre 2022 en cuerpos

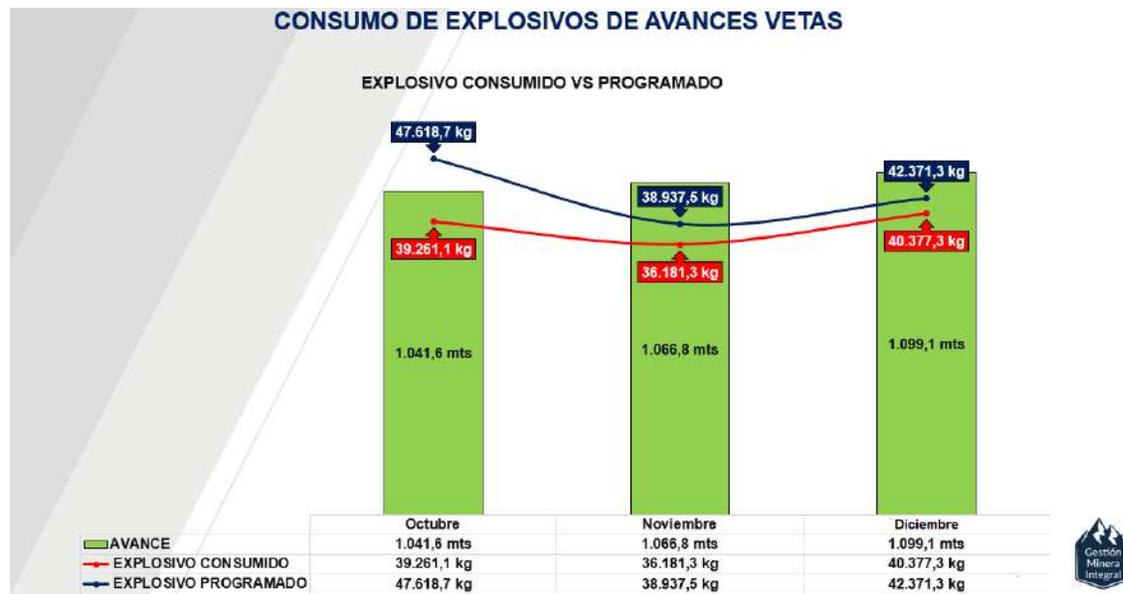


Fuente: GMI S.A.C.

En la figura anterior se puede apreciar las mejoras respecto al mes anterior en el avance, uso de explosivos respecto a lo consumido y ejecutado.

**Figura 64**

Consumo explosivos programado y ejecutado mes diciembre 2022 en vetas



Fuente: GMI S.A.C.

Para los escenarios de las voladuras programadas para el mes de diciembre también tuvo buenos resultados, mejorando los avances en las labores tanto en cuerpos como en vetas en comparación con el mes anterior.

#### 5.4. RESULTADOS DEL AHORRO DE COSTOS CON EL BUEN USO DE TUBOS

##### GUIA

Se estuvieron analizando el costo beneficio la importancia del uso casing para mejorar los factores técnico-operativos en los equipos simba, teniendo los siguientes resultados:

**Tabla 28**

Analisis Costos beneficio Voladura secundaria

<b>Costo-Befecicio (Tubo tag - Voladura Secundaria)</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Por unidad</b>		<b>Mensual</b>	
	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tubo Tag (costo)	1,698.29	S/.	44,155.54	S/.
Tubo Tag (vida útil)	1,000	m	26,000	m
Costo Explosivo Secundario	4.12	(S./)/Kg	4.12	(S./)/Kg
Factor de Voladura	0.67	Kg/tn	0.67	Kg/tn
% Voladura Secundaria Real	20%	%	20%	%
% Voladura Secundaria Propuesto	10%	%	10%	%
Factor de rotura	4	tn/m	4	tn/m
Tonelaje Roto	4,000	tn	104,000	tn
Tonelaje voldura Secundaria (Real)	800	tn	20,800	tn
Tonelaje voldura Secundaria (Propuesto)	400	tn	10,400	tn
Ahorro de Explosivo Secundario	267	Kg	6,933	Kg
<b>Ahorro Costo de Voladura Secundaria</b>	<b>1,099</b>	<b>S/.</b>	<b>28,565</b>	<b>S/.</b>

Fuente: Area de Costos G.M.I S.A.C

Análisis Costo/Beneficio Voladura Secundaria, Se puede ahorrar en voladura secundaria hasta S/ 28565.00, ya que perforaciones eficientes con taladros con menor desviación garantizan una buena voladura, consiguiendo mejores fragmentos en las voladuras, evitando obtener banco o granulometría de gran tamaño.

**Tabla 29**

Analisis Costos beneficio Personal

<b>Costo-Befecicio (Tubo tag - Personal)</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Por unidad</b>		<b>Mensual</b>	
	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tonelaje sin voldura secundaria	400	tn	10,400	tn
Costo personal	0.32	(S./)/Tn	0.32	(S./)/Tn
<b>Ahorro costo de personal</b>	<b>127</b>	<b>S/.</b>	<b>3,314</b>	<b>S/.</b>

Fuente: Area de Costos G.M.I S.A.C

Por consiguiente, si obtenemos carga sin presencia de bancos de gran tamaño se reducirá los recursos para poder extraer o recuperar esos bancos. Los recursos que se asignan a una voladura secundaria se podrán asignar a otros objetivos, permitiendo ahorrar personal y recursos en voladura secundaria.

**Tabla 30**

Analisis Costos beneficio Limpieza

Costo-Beneficio (Tubo tag - Limpieza)				
Descripción	Por unidad		Mensual	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Costo Scoop/hora	151.19	S/.	151.19	S/.
Rendimiento actual Scoop	92	tn/h	92	tn/h
Costo Volquete/hora	59.94	S/.	59.94	S/.
Rendimiento actual Volquete	41	tn/h	41	tn/h
Costo Dumper/hora	123.84	S/.	123.84	S/.
Rendimiento actual Dumper	38	tn/h	38	tn/h
Rendimiento propuesto Scoop	101.2	tn/m	101.2	tn/m
Rendimiento propuesto Volquete	45.1	tn/m	45.1	tn/m
Rendimiento propuesto Dumper	41.8	tn/m	41.8	tn/m
Horas optimizadas Scoop	3.95	h	102.77	h
Horas optimizadas Volquete	3.55	h	92.24	h
Horas optimizadas Dumper	5.74	h	149.28	h
Ahorro costo Scoop	597.59	S/.	15,537.28	S/.
Ahorro costo Volquete	212.66	S/.	5,529.06	S/.
Ahorro costo Dumper	711.06	S/.	18,487.64	S/.
<b>Ahorro Costo de Limpieza</b>	<b>1,521</b>	<b>S/.</b>	<b>39,554</b>	<b>S/.</b>

Fuente: Area de Costos G.M.I S.A.C

Es importante mencionar que la presencia de bancos de gran magnitud dificulta en la limpieza de mineral roto en los tajos, recurriendo al mayor uso del scoop tramp por hora, este detalle repercute en los demás participantes en la limpieza de mineral, ya que el volquete o los Dumper tendrán que esperar y demorar el tiempo que emplea en recuperar mineral y separar los bancos de mayor tamaño, reaccionando esta demora en cadena.

<b>Ahorro Total</b>	<b>1,049</b>	<b>S/.</b>	<b>27,278</b>	<b>S/.</b>
---------------------	--------------	------------	---------------	------------

Por tanto, se está estimando un ahorro por el empleo de tubo casing de un promedio de S/. 27278, sin considerar que en la actividad de perforación el empleo del tubo casing facilita la recuperación de barras por ende permite al equipo de perforación tener un mayor rendimiento.

## CONCLUSIONES

- Se mejoro el rendimiento de los equipos simba H1254, optimizando hasta un 45% en la obtención de los metros perforados según lo ejecutado y lo planeado y un 156% respecto al mes anterior, durante el mes de investigación.
- Se determino que las buenas prácticas y el control de los factores técnicos en la perforación de taladros largos con equipo simba H1254 se aumentó la vida útil de los aceros de perforación, teniendo un aumento de vida útil de los aceros de perforación siendo así: brocas de un 11%; barras de perforación de 52% y de los Shank Adapter de un 52%.
- Se determino que los factores operacionales dependen mucho del operador de simba, una operación eficiente controlando los parámetros operacionales juegan un papel importante en la optimización en la perforación de taladros largos, el uso de tubo casing es bastante significativo en los factores técnico-operacionales ya que facilita en la recuperación de barras en las perforaciones negativas, llegando a perforar hasta 33m/Hr.
- Se determino la mejor alternativa para la optimización en la perforación de taladros largos con equipos simba 1254 el control de los parámetros técnicos y operacionales así como también el uso de tubo casing en perforaciones de taladros negativos, mantener los parámetros recomendados para la perforación (Presión, rotación, avance, agua y RPM) y las capacitaciones constantes a los colaboradores involucrados en el área.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar los factores técnicos y operacionales para la toma de decisiones y proponer mejoras continuas para la optimización de procesos unitarios como es el de la perforación de taladros largos con equipos simba.
- Se recomienda la capacitación constante de los operadores y ayudantes simba, para el buen uso de los equipos de perforación, tanto en temas operacionales, de mantenimiento y seguridad. Las buenas prácticas garantizarán un buen rendimiento de los equipos de perforación Simba.
- Se recomienda implementar un sistema de gestión para taladros largos, el cual pueda controlar con mayor detalle los taladros perforados y se pueda seguir con mejorar los rendimientos, garantizando así la mejora continua en los procesos de perforación, promocionando las buenas prácticas en las otras áreas.
- Se recomienda estandarizar el uso del tubo Casing, el cual facilita la perforación de taladros largos, mejorando el rendimiento y la velocidad de perforación y recuperación de barras de perforación en taladros negativos; con el cual disminuirá las desviaciones de los taladros, por consiguiente, obtener una mejor granulometría después de la voladura.

## Bibliografía

- ALARCON, J. U. (2022). *Influencia de los factores técnicos - operacionales en el rendimiento de los aceros de perforación usados en las labores de desarrollo en la Unidad Minera Huancapeti*. CUSCO: Universidad San Antonio Abad de Cusco.
- Castro, P. R., & Altamirano, M. S. (2016). *Planificación estratégica de explotación de Caving por Sub Level Stopping*. Chile: Universidad de Chile.
- Choquepuma, H. C., & Flores, J. M. (2022). *Mejoramiento de la Vida Útil de las Brocas de Perforación para Generar un Mejor Control Económico en las labores de desarrollo - Zicsa Contratistas generales S.A.* Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú.
- Copco, A. (2013). *Fluids and Lubricating Greases*.
- Copco, A. (2014). *Operators Instruction Simba 1252, 1253 y 1254*.
- Copco, A. (2014). *Simba H1254 Spare parts Catalogue*.
- copco, A. (2016). *Simba S7D operación*.
- Copco, A. (2017). *Simba / S7D spare parts catalogue*. Copyright 2017.
- INGEMET. (2021). *Sedimentología y Estratigrafía de la formación Casapalca*. Lima.
- Otrilla Aguirre, Gofrey. (2018). *Mejora en los parámetros de perforación y voladura para optimizar costos operacionales en la compañía Minera Santa Luisa S.A. - unidad Pallca*. CAJAMARCA: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

PEREZ, I. J. (2013). *OPTIMIZACION DEL USO DE ACEROS DE PERFORACION EN LA UEA SAN CRISTOBAL DE MINERA BATEAS SAC*. HUANCAYO: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU.

**ANEXOS**

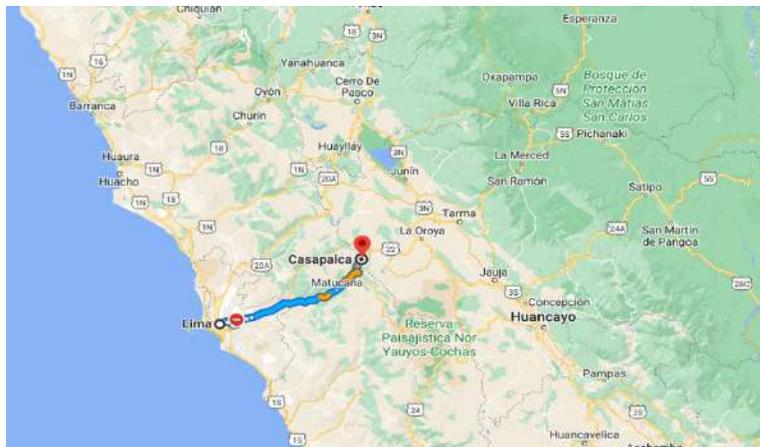
## ANEXO1: ASPECTOS GENERALES

### *Ubicación y acceso.*

La unidad minera Alpayana (Ex Casapalca) geográficamente se encuentra en la zona central, del flanco del oeste de la cordillera occidental de los andes a 4200m.s.n.m; a la altura del Km 115 de la carretera central, en el distrito de Chicla, la provincia de Huarochiri en el departamento de Lima, en el mismo corazón de la sierra de Limeña vecina de los distritos de de enero, San Mateo, San Antonio, Chicla y Pomacocha.

### *Figura 65*

Acceso y ubicación de la compañía minera Alpayana



Fuente: GoogleMaps

Las coordenadas geográficas son las siguientes:

- 8712000N;366000E - 8704000N;366000E
- 8712000N;374000E – 8704000N;374000E

La cota es 4200 - 4400 m.s.n.m.

La accesibilidad a la minera Alpayana (Ex Casapalca); es a través de la carretera central partiendo desde Lima, cruzando los distritos de Chosica-Matucana-San Mateo y Chicla. En el Km 115.

**Tabla 31**

Acceso a la unidad minera Alpayana por bus

Desplazamiento	modo	tiempo
Cusco-Lima	Bus	21 hrs
Lima-Desvio Casapalca	Bus	3 hrs
Los Quenuales-Cancha Alex	Bus	0.2hrs

Fuente: Propia (2022)

**Tabla 32**

Acceso a la unidad minera Alpayana por vuelo

Desplazamiento	Modo	Tiempo
Cusco-Lima	Vuelo	1 hr
Lima-Desvio Casapalca	Bus	3 hrs
Los Quenuales-Cancha Alex	Bus	0,20 hrs

Fuente: Propia (2022)

## **GEOLOGIA**

### ***Geología regional y local.***

#### **Geología Regional**

La Compañía Minera Alpayana se encuentra geológicamente sobre los periodos de deposición cuaternarios; y estos están encima de rocas sedimentarias e intrusivas del periodo cretáceo Superior y Terciario Inferior agrupadas en distintas unidades litológicas. La estructura que sobresale alrededor es el anticlinal de Casapalca ubicada en la parte céntrica de la mina, teniendo este pliegue una inclinación aproximadamente de 80° del eje axial, representando plegamientos menores (sinclinales y anticlinales) por sus flancos SW y NE.

Interiormente se reconoció fallas pre-minerales que van desplazando a las vetas, como la “GRAN FALLA” teniendo un rumbo de N55°W.

Existe la presencia de plegamientos, estratigráficamente las unidades del distrito, y estos tienen ejes con rumbo N20°W la cual las hacen casi paralelos al lineamiento general de la cordillera de los Andes.

La geología estructural de mayor importancia es el anticlinorium Casapalca la cual presenta plegamientos que son menores a sus flancos, un sinclinal americano posee estructuras volcánicas terciarias que están expuestas en el cual su núcleo es de calizas ubicándose en el borde del flanco noroeste del anticlinorium Casapalca.

En esta zona de Casapalca se encuentran 3 grandes fallas que conservan ciertos paralelismos entre sí, estas fallas son: Rio Blanco con Rb N35°E ubicado en la zona SW; Infiernillo con Rb N38°W y Bz 70°SW y Rosaura con Rb N43°W con Bz 80°SW (siendo esta que presenta mineralización).

### **Formación Casapalca**

La formación Casapalca constituye la de mayor antigüedad que se puede apreciar en el área de alpayana, este anticlinal esta separado por el rio Rimac constituida por rocas sedimentarias el cual se divide en dos miembros:

- Capas Rojas: Conjunto de coloraciones rojizas debido a la presencia de hemetita fina que se encuentran diseminados, también la presencia de lutitas y areniscas calacearías formando una estratificación.
- Conglomerado Carmen: Encima de las coloraciones rojizas se encuentran conglomerados y calizas que se encuentran intercaladas con estratos de arenisca, lutitas y tufos teniendo una potencia que oscilan entre 80 y 200 m.

### **Formación Carlos Francisco**

En esta formación se encuentran sobre rocas sedimentarias y rocas volcánicas el cual se divide en tres miembros:

- Tablachaca: Este se encuentra encima al miembro Carmen y sobre una serie de rocas volcánicas (tufos, brechas, aglomerados)
- Carlos Francisco: este se encuentra encima de Tablachaca de color gris a verde oscuro con presencia de Brechas volcánicas.
- Tufos Yauliyacu: esta formación se encuentra sobre la formación Carlos Francisco y está conformado por tubos rojizos de grano fino.

### **Formación Bellavista**

En esta formación descansa calizas, tufos y lutitas; también una capa de calizas de coloración gris.

### **Formación Rio Blanco**

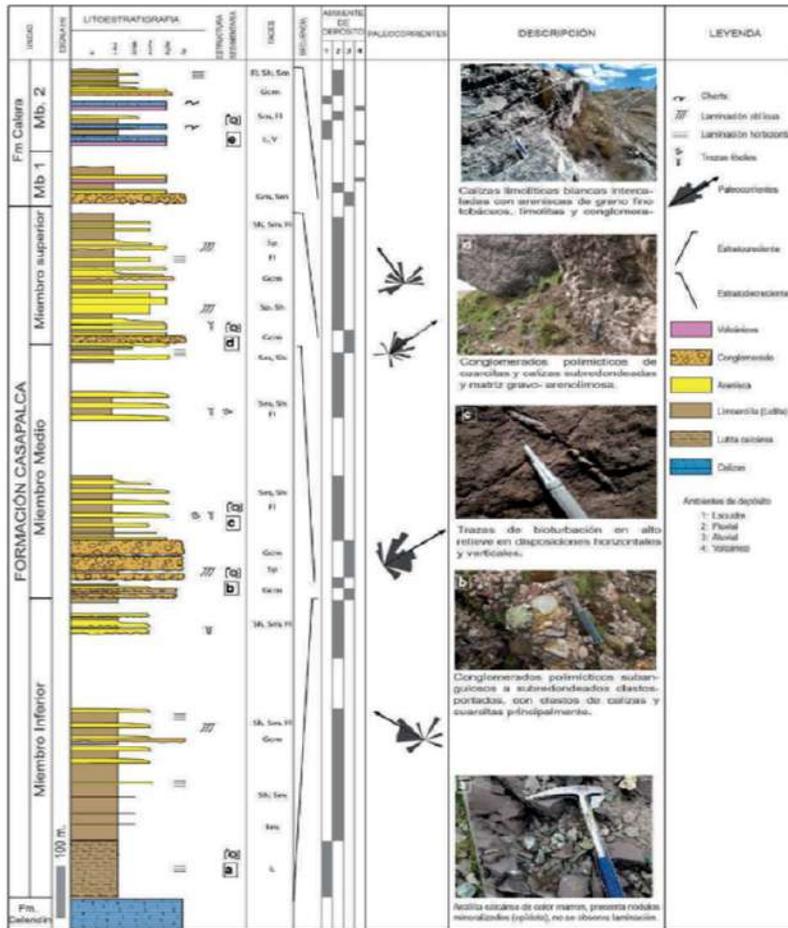
Sobreyace a la formación Bellavista en el cual descansa una potente capa de rocas volcánicas que se encuentran bien estratificados también constituidos por Tufos de Lapilli con coloración rojiza con intercalaciones de brecha y riolitas.



Cabe indicar la parte importante es donde aloja las vetas en las capas rojizas que forman pequeños lazos de fracturamiento y sigmoides alojando rellenos de mineral, haciendo énfasis que el conglomerado Carmen forman los cuerpos de mineral.

**Figura 67**

Geología Local de la Unidad Minera Alpayana



Fuente: Unidad Minera Alpayana

### ***Geología estructural.***

La compañía Minera Alpayana estructuralmente a través de los años gracias a los movimientos tectónicos aprovecho las zonas débiles la actividad magmática permitió tener intrusivos ácidos, mineralizando la zona durante el periodo Mioceno.

La estructura de la Esperanza-Mariana por el norte y la estructura de la Oroya-Oroya piso-Oroya al Sur conforman un sigmoide que abarca unos 4km de longitud presentando una mineralización económicamente rentable.

En la parte intermedia de su geología estructural situado al oeste se presenta la veta escondida que corresponde a la tercera más grande estructura mineralizada.

La estructura que mayor se resalta viene a ser el “Anticlinorium casapalca”, que este pliegue se encuentra moderadamente abierto por la parte central de la unidad minera Alpayana, en el cual se está cerrando al norte concluyendo en una falla inversa de empuje con buzamiento al Este.

Alpayana consta de varias vetas y cuerpos minerales las cuales son:

- Veta Mariana-esperanza-Mercedez
- Veta Don Reynaldo
- Veta escondida el cual es un Split de la veta Mariana
- Cuerpos Casapalca, Esperanza, La oroya y las M

### **Mineralogía**

Alpayana consta de vetas y cuerpos con minerales de plata, plomo(galena), Zing y Cobre (bornita, calcopirita) en pequeñas cantidades.

Los minerales de ganga son principalmente el cuarzo, la pirita, calcita, rodonita y rodocrosita.

La mineralización es principalmente de forma “Vetiforme” que rellenan las fracturas, de carácter mesotermal, también hay presencia de mantos y brechas hidrotermales, todos estos considerados con un grado diferente de mineralización.

### **Vetas**

Dentro de la minera Alpayana en sus estructuras geológicas contiene las siguientes vetas:

- Veta Mariana-Esperanza, Mercedes: Esta estructura el nombre de esta veta conjunta se debe a es una sola estructura contenida de tres tramos y llega hasta los 3000msnm
- La Oroya: Este es un sistema de vetas el cual tiene una extensión de hasta 1300m
- Juanita: En el extremo sur se encuentra la veta Juanita
- Don Reynaldo

### ***Geología estratigráfica.***

En Alpayana la geología estratigráfica esta conformada por rocas de caliza, lutitas, y areniscas, a esta formación también se completan columnas de brechas y flujos volcánicos.

- Formacion Jumasha
- Formacion Casapalca:
- Formacion Carlos Francisco:
- Formacion Bellavista
- Formacion Rio Blanco

### ***RESERVAS Y RECURSOS***

En la minera Alpayana se puede apreciar la presencia de vetas y cuerpos mineralizados que están posicionados desde los 2000m.s.n.m y 4400 m.s.n.m y están afloran irregularmente y son discontinuas siendo una extensión aproximada de 13km.

Para el año 2023 se detalla las reservas económicas en el siguiente cuadro realizado por el área de planeamiento de la compañía minera Alpayana. Donde se detalla un programa mensual planeado para cada mes en las zonas de cuerpos siendo 120000 Ton de mineral, vetas teniendo un programa mensual de 9000 Ton de mineral y la zona de oroya un programa mensual de 19000Ton de mineral.

Se puede distinguir los elementos principales desde un punto de vista económico Plata (Ag) Oz/TC, Plomo (Pb) %, Cobre (Cu) %, y Zinz (Zn) %, observando que en la zona de cuerpos en comparación a la zona de vetas hay una gran diferencia de las leyes .

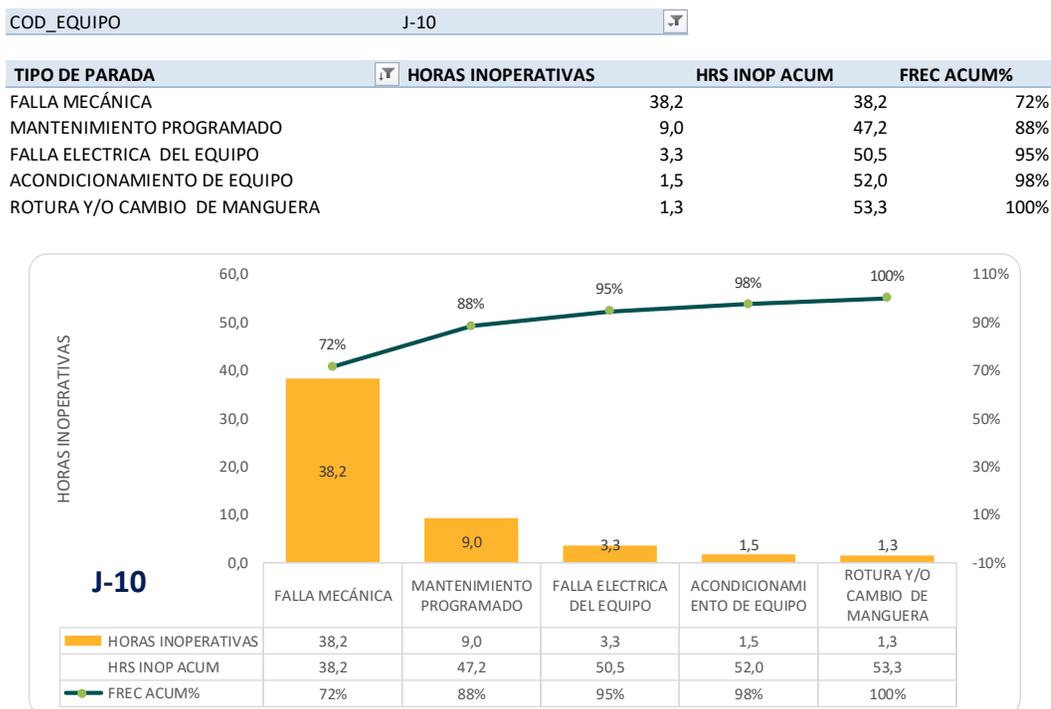
**Tabla 33**

Plan anual de producción de la Unidad Minera Alpayana año 2023

 PLAN ANUAL DE PRODUCCIÓN - ALPAYANA 2023														
PRODUCCIÓN POR ZONA														
ZONA	2023												Total genera	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
<b>CUERPOS</b>														
<b>TMS'</b>	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	1.440.000
AG (OZ/TC)'	0,82	0,82	0,84	0,84	0,86	0,88	0,86	0,77	0,82	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84
PB %'	0,46	0,50	0,48	0,44	0,43	0,52	0,47	0,42	0,48	0,50	0,57	0,55	0,55	0,49
CU %'	0,19	0,20	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
ZN %'	2,04	2,01	2,03	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,01	2,00	2,01	2,00	2,00	2,01
VAL US\$'	18,26	18,29	18,60	18,36	18,50	18,65	18,45	17,94	18,34	18,53	18,63	18,51	18,51	18,42
AG (OZ-EQ)'	3,68	3,71	3,79	3,74	3,77	3,80	3,76	3,65	3,73	3,77	3,79	3,77	3,77	3,75
<b>VETAS</b>														
<b>ESPERANZA</b>														
<b>TMS'</b>	9.000	9.000	9.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	12.000	12.000	12.000	12.000	123.000
AG (OZ/TC)'	10,58	12,19	10,62	10,58	8,70	7,78	8,75	8,61	8,12	7,58	8,30	8,21	8,21	9,07
PB %'	1,87	1,62	1,87	1,93	1,70	1,57	1,32	1,57	1,82	1,55	1,56	1,69	1,69	1,66
CU %'	0,55	0,57	0,55	0,55	0,46	0,43	0,45	0,48	0,44	0,38	0,42	0,43	0,43	0,47
ZN %'	2,58	2,33	2,64	2,75	2,48	2,31	2,04	2,26	2,52	2,11	2,13	2,30	2,30	2,36
VAL US\$'	87,37	93,70	87,84	88,62	74,82	67,96	70,77	72,81	72,09	64,78	69,32	70,56	70,56	75,99
AG (OZ-EQ)'	16,09	17,26	16,18	16,32	13,78	12,52	13,04	13,41	13,28	11,93	12,77	13,00	13,00	14,00
<b>OROYA</b>														
<b>TMS'</b>	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	20.000	20.000	20.000	23.000	23.000	23.000	23.000	243.000
AG (OZ/TC)'	6,03	6,03	5,98	5,91	5,85	5,77	6,03	5,91	5,86	5,84	5,72	5,69	5,69	5,88
PB %'	2,31	2,47	2,51	2,45	2,45	2,44	2,39	2,43	2,36	2,31	2,31	2,30	2,30	2,39
CU %'	0,33	0,35	0,36	0,33	0,36	0,35	0,34	0,34	0,34	0,31	0,33	0,33	0,33	0,34
ZN %'	4,01	4,27	4,31	4,36	4,23	4,30	4,13	4,05	3,95	4,03	3,96	3,96	3,96	4,12
VAL US\$'	69,81	72,32	72,68	71,81	71,27	70,95	71,09	70,11	69,01	68,60	67,82	67,74	67,74	70,16
AG (OZ-EQ)'	12,86	13,32	13,39	13,23	13,13	13,07	13,09	12,91	12,71	12,64	12,49	12,48	12,48	12,92

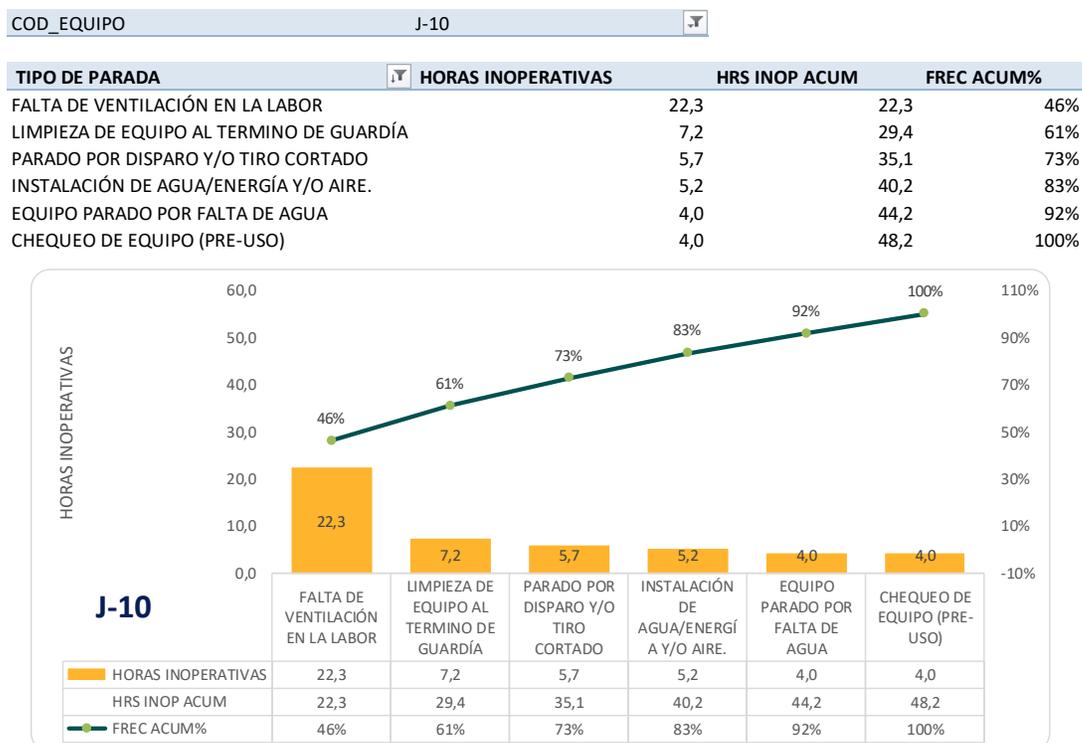
Fuente: Area de planeamiento de la Unidad Minera Alpayana (2022)

## ANEXO 2:DIAGRAMA DE PARETO FALLAS MECÁNICAS J-10



Fuente: Propia (2023)

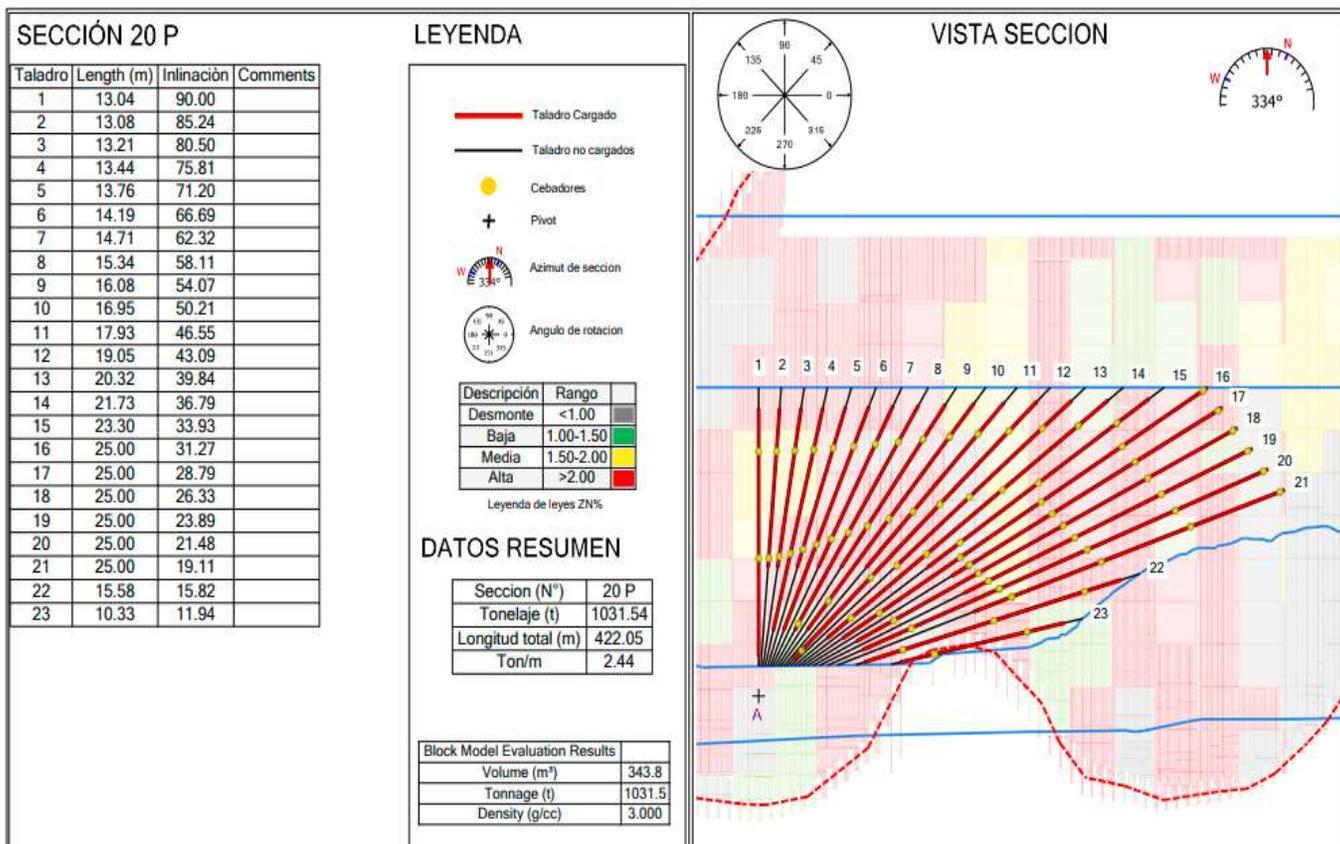
## ANEXO 3:DIAGRAMA DE PARETO DE HORAS INOPERATIVAS SIMBA J-10



Fuente: Propia (2023)

ANEXO 4: DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN DE TALADROS LARGOS SECCIÓN

20P



Fuente: Área de planeamiento Alpayana (2022)

**ANEXO 5:MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**“Optimización de la Perforación de Taladros Largos con Simba S1254 en Tajo265, Unidad Minera Alpayana-Huarochiri-Lima”**

<b>Problema general</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodologia</b>
¿Cuáles son los factores en los rendimientos de la perforación de taladros largos con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping en el tajo TJ-265, zona Casapalca, compañía minera Alpayana S.A.C.?	Mejorar el rendimiento considerando los factores técnicos y operacionales para la perforación de taladros largos con equipos simba H-1254, en la Unidad Minera Alpayana.	Aplicando y capacitando las buenas prácticas técnico y operacionales en equipos simba H1254 se podrá incrementar e incrementar los rendimientos de los metros perforados en taladros largos.		<p><b>Tipo de estudio</b></p> <p>Es un estudio de alcance descriptivo y aplicativo, ya que el propósito del presente proyecto de investigación es optimizar la perforación de taladros largos con equipo simba H-1254</p>
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	<b><u>Variable Independiente</u></b>	<b><u>Poblacion y Muestra</u></b>
¿Cómo mejorar los factores técnicos que influyen en la vida útil de los aceros en la perforación de taladros largos con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.?	Determinar los factores técnicos que influyen en la vida útil de los aceros de perforación de taladros largos con equipos simba 1254 en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, en la Compañía Minera Alpayana S.A.C.	Los factores técnicos y las buenas prácticas determinan el incremento de los metros perforados en taladros largos, optimizando el rendimiento de los equipos simba H-1254.	metros lineales (m)	La población del presente trabajo de investigación está conformada por las características y parámetros de perforación que presenta la compañía minera Alpayana
¿Cuál es el comportamiento de los factores operacionales en la perforación de taladros con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping largos en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.?	determinar los comportamiento operacionales en la perforación de taladros largos con equipos simba 1254 en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.	Con las buenas prácticas y el buen desempeño de los operadores de los Simba 1254 se garantizará alargar la vida útil de los aceros, así como también lograr un mayor metraje en las perforaciones.	*Condiciones geomecánicas (RQD,RMR)	<b><u>La muestra</u></b>
¿Cuál es la mejor alternativa para mejorar el rendimiento de los metros perforados de taladros con equipos Simba 1254, con el método de explotación de sub level stoping en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.?	Determinar la mejor alternativa para mejorar el rendimiento de metros perforados para taladros largos con equipos simba 1254 en el tajo TJ-265, Zona Casapalca, Compañía Minera Alpayana S.A.C.	El mejoramiento de los factores técnicos y operacionales permitirá seleccionar una mejor alternativa para incrementar los metros perforados en taladros largos a menor costo, pudiendo así estandarizar para equipos simba H-1254	*disponibilidad mecánica	
			*mantenimiento (Correctivo, predictivo, preventivo, programado)	Para el presente trabajo la muestra es probabilística que representa los metros perforados del equipo simba 1254 en el tajo TJ265, la muestra se considera el sub conjunto de la población en general que se considera en la investigación de la unidad Minera Alpayana.

