

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN
EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR EL BACHILLER: BARRIENTOS TAMBRA IVAN

ASESOR: ESPARTA SÁNCHEZ JOSÉ AGUSTÍN

AYACUCHO-PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos por el apoyo incondicional, a los profesionales de una u otra forma fueron parte de este desafío, a mis amigos por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, quienes aportaron sus conocimientos para mi buena formación académica y profesional.

Asimismo, a mis amigos, compañeros de trabajo y a la empresa CIA Minera Aruntani por permitirme hacer realidad este trabajo de investigación.

RESUMEN

La tesis titulada: “ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022” busca investigar en una parte de la realidad del uso de los aceros de perforación en unidad minera Santa Rosa, realizado en el año 2022. La relación que posee las barras nacionales e importadas con respecto a sus rendimientos y la vida útil de los aceros de perforación, las cuales se ven reflejas en acciones que se detallan en el desarrollo de esta tesis, siendo una de ellas lo referente a la evaluación técnico- económico de los aceros de perforación. Sobre esta base se ha formulado el problema en los siguientes términos ¿De qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani- unidad Santa Rosa, 2022? Asimismo, el objetivo general fue planteado en los siguientes términos: Determinar de qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022. Como método general se utilizó el método científico y como específicos el deductivo, hipotético – deductivo y analítico, para la recolección de datos, el proceso y la contrastación de la hipótesis se han empleado técnicas de investigación documental, de fichaje y de investigación de campo y sus instrumentos fueron las fichas y el análisis del consumo de los aceros de perforación y rendimientos en mina Santa Rosa, la misma que tiene asociado un nivel de validez mediante la opinión de los expertos. Los resultados muestran que el estudio técnico-económico influye significativamente en la selección de las barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022. Como conclusión del trabajo se tiene que la comparación en precios (\$2500) y vida económica (10000 metros) de las barras de perforación nacional y las barras importadas (\$3500) y vida económica (8000 metros), tiene como consecuencia el uso de barras y

estabilizadores nacionales, que tienen mejor calidad y cumple con las especificaciones en el trabajo en CIA Minera Aruntani.

Palabras Clave: Perforación, Vida Útil, Evaluación técnico - económico

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE	vi
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I	2
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Importancia.....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.6.1. Hipótesis General	5
1.6.2. Hipótesis Específico	5
1.7. Variables e Indicadores	5
1.7.1. Variable Dependiente	5
1.7.2. Variable Independiente.....	6
Capítulo II.....	8
2.1. Datos de la Unidad Minera.....	8
2.1.1. Ubicación y Acceso	8
2.1.2. Clima y Vegetación	10
2.1.3. Fisiografía.....	10
2.1.4. Geología	11
2.2. Antecedentes de la Investigación	19
2.3. Bases Teóricas.....	25

2.3.1. Método de explotación a tajo abierto	25
2.3.2. Brocas	28
2.3.3. Barras de perforación.....	31
2.3.4. Métodos de evaluación económica.....	31
2.4. Definiciones conceptuales.....	34
Capítulo III.....	36
3.1. Tipo de Investigación	36
3.2. Nivel de Investigación.....	36
3.3. Diseño.....	36
3.4. Población.....	37
3.5. Muestra.....	37
3.6. Muestreo.....	37
3.7. Metodología de trabajo.....	37
3.7.1. Recopilación de información y planeación del trabajo de campo	38
3.7.2. Fase de campo	39
3.7.3. Fase posterior al trabajo de campo	43
3.8. Unidad de análisis	43
3.9. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	43
Capítulo IV.....	47
4.1. Minado	47
4.1.1. Sistema de explotación	47
4.1.2. Planeamiento de minado.....	50
4.1.3. Programa de exploración y desarrollo	51
4.1.4. Diseño de mina	52
4.1.5. Método de explotación a tajo abierto	53
4.1.6. Requerimiento de la mano de obra	54
4.1.7. Equipos y maquinarias	55
4.1.8. Instalaciones y servicios auxiliares	56
4.1.9. Rendimientos.....	57
4.1.10. Costo de explotación.....	58
4.1.11. Planta de tratamiento	58
4.1.12. Prueba de Hipótesis	58

Capítulo V	61
5.1. Generalidades	61
5.1.1. Características del equipo de perforación y accesorios	47
5.1.2. Medidas estándar de las barras de perforación y estabilizadores en la CIA Minera Aruntani	47
5.1.3. Tecnología de fabricación de las barras de perforación	50
5.1.4. Costo de fabricación de las barras	52
5.1.5. Costo de fabricación de los estabilizadores	55
5.1.6. Performance de las barras de perforación y estabilizadores	63
5.1.7. Perforación de mineral y desmonte	65
5.1.8. Aspectos generales considerados para el estudio	65
5.1.9. Estudio de tiempos de perforación	73
5.1.10. Análisis de costos de perforación	80
5.2. Estudio económico de las barras y estabilizadores nacionales e importados.....	81
5.2.1. Barra de perforación nacional.....	81
5.2.2. Barra de perforación importado.....	81
5.2.3. Estabilizador y accesorios	82
5.2.4. Accesorios y estabilizadores importados.....	82
5.2.5. Selección del tipo de barra y estabilizador	82
5.2.6. Optimización de la perforación	83
5.2.7. Cantidad de barras y estabilizadores requeridos por mes.....	86
5.2.8. Costo total de barras y estabilizadores	88
5.2.9. Análisis del costo de minado.....	90
Conclusiones	94
Recomendaciones	95
Bibliografía	96

Índice de figuras

Figura 1. Plano de ubicación CIA Minera Aruntani-Unidad Minera Santa Rosa	9
Figura 2. Geología Regional.....	14
Figura 3. Geología Local	15
Figura 4. Malla de perforación	26
Tabla 1. Clasificación de las brocas de perforación.....	30
Figura 5. Costo de fabricación de las barras	52
Figura 6. Tiempo de fabricación.....	53
Figura 7. Tiempo de fabricación de las barras de perforación.....	53
Figura 8. Tiempo de Injertado y soldado.....	54
Figura 9. Costo de maquinado y acabado	54
Figura 10. Costo total de producción de la barra de perforación.....	54
Figura 11. Costo de fabricación de los estabilizadores.....	55
Figura 12. Tiempo de fabricación de estabilizadores	55
Figura 13. Tiempo de maquinado final.....	56
Figura 14. Tiempo de injerto y soldado de alerones.....	56
Figura 15. Costo de maquinado y acabado	57
Figura 16. Costo total de producción del estabilizador	57
Figura 17. Tiempo muerto	63
Figura 18. Otros tiempos muertos.....	64
Figura 19. Presión de aire, presión de empuje.....	67
Tabla 2. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 02-02-2022)	73
Tabla 3. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 03-02-2022)	75

Tabla 4. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 04-02-2022)	76
Figura 20. Tiempo en cambio de barra, broca y estabilizador.....	80
Figura 21. Vida económica de las barras importada y nacional	81
Figura 22. Vida económica de los estabilizadores importado y nacional.....	82
Figura 23. Vida económica y precio de barra de perforación nacional e importada	83
Figura 24. Accesorios nacionales	84
Figura 25. Accesorios importados	84
Figura 26. Barras de perforación	85
Figura 27. Estabilizador.....	85
Figura 28. Vida útil de barras de perforación	85
Figura 29. Vida útil estabilizadores	86
Figura 30. Consumo anual de barras y estabilizadores.....	89
Figura 31. Resumen de accesorios de perforación (barras y estabilizadores)	90
Figura 32. Costo de minado.....	90
Figura 33. Costo actual y costo propuesto.....	91

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de las brocas de perforación.....	30
Tabla 2. Costo de explotación de la Unidad Minera Santa Rosa.....	58
Tabla 3. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 02-02-2022)	73
Tabla 4. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 03-02-2022)	75
Tabla 5. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 04-02-2022)	76
Tabla 6 . Estado de ganancias y pérdidas.....	91
Tabla 7. Flujo de caja.....	92
Tabla 8. Estado de ganancias y pérdidas.....	92
Tabla 9. Flujo de caja.....	93

INTRODUCCIÓN

El presente estudio está dividido en 5 capítulos, en los cuales se describe de manera clara la problemática planteada para la realización de este estudio, los trabajos de campo, y de gabinete realizados, la metodología seleccionada para la evaluación del problema, la herramienta informática que sirve para la aplicación de la metodología. De esta forma, los capítulos de este trabajo tratan los siguientes aspectos:

El capítulo I se realiza la descripción problemática, se formulan los problemas generales y específicos, se plantean los objetivos y las justificaciones del proyecto.

El capítulo II hace una revisión literaria de los antecedentes referentes al tema a tratar, así mismo se detalla la conceptualización de los aspectos generales de los parámetros a utilizar en el desarrollo del proyecto.

El capítulo III explica los aspectos que involucran las metodologías utilizadas en el presente proyecto, así como se plantea la hipótesis de la tesis.

El capítulo IV muestran los procedimientos de cálculo para resolver las condiciones que requiere el proyecto.

El capítulo V muestra los resultados obtenidos.

Finalmente, en “Conclusiones y Recomendaciones” se reseñan las principales conclusiones y recomendaciones logradas en la presente tesis.

Capítulo I

Generalidades

1.1. Descripción de la realidad problemática

En toda empresa minera a nivel mundial, la perforación juega un papel importante, por ello, la clasificación de la roca, el método de explotación, la interacción del operador, la máquina y los accesorios son determinantes para la producción de la empresa y los costos unitarios en operación que estos representan, en ese sentido se vuelve en una prioridad la evaluación de los costos de las barras de perforación, que son herramientas base del proceso de perforación. Pues estos varían de acuerdo al espacio geográfico donde se adquiere y los atributos que poseen los mismos. (Ore, 2019).

En el Perú la actualidad en las actividades mineras, los aceros de perforación juegan un factor muy importante en el desarrollo de los ciclos de minado en esencial en el de perforación, ya sea en subterránea o superficial. En esta línea la investigación de Buyusi sostiene que “la operación de perforación y voladuras afectan el costo de la operación directamente y los costos operativos”. Si consideramos lo dicho por Buyusi, en un contexto nacional podemos afirmar que las empresas mineras consideran el costo de los materiales que participan en las dos operaciones mencionadas, ello con la intención de buscar la rentabilidad de la operación minera; es decir, buscar adquirir materiales baratos con mayor rendimiento, que brinden seguridad y eficiencia.

En la unidad minera Santa Rosa, la actividad de perforación se desarrolla con aceros nacionales e importados, los aceros usados en equipos de perforación son barras de 8, 10, 12 y 14 pies, acoples de sostenimiento y avance además de brocas rimadoras de 100mm de diámetro. El control del consumo de aceros en la Unidad Minera Santa Rosa se viene desarrollando de una

forma empírica, además de que no se han reportado mejoras para optimizar esta tarea, por lo que no se tiene un reporte fidedigno que muestre el rendimiento de cada tipo de barra, el nivel de consumo y lo más importante el promedio de vida útil de los aceros y por consiguiente no se evidencia un reporte real del costo de producción actual en las operaciones mineras, pudiendo ser esto un motivo de gastos excesivos en aceros, alquiler de equipos, logística, horas hombre, etc.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani- unidad Santa Rosa, 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Qué tipos de brocas se emplean en el proceso de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa?
- ¿Cuál es la diferencia entre las barras de perforación nacional y las barras de perforación importadas por CIA Minera-unidad Santa Rosa?
- ¿Cuáles son los precios y vida económica de las barras de perforación nacional y las barras importadas por CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa?
- ¿Qué barra de perforación son recomendables para el uso de CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar de qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de brocas que se emplean en el proceso de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa.
- Conocer la diferencia entre las barras de perforación nacional y barras de perforación importadas por CIA Minera-unidad Santa Rosa.
- Conocer los precios y vida económica de las barras de perforación nacional y las barras importadas por CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa.
- Identificar las barras de perforación recomendable para el uso de CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa.

1.4. Justificación

CIA Minera Aruntani unidad Santa Rosa se explota mediante el método a cielo abierto (Open PIT) y con el uso del equipo necesario para minado, se tiene por finalidad disminuir los costos de minado, la optimización de sus operaciones, por ser la etapa de perforación-voladura la más crítica, se ha visto conveniente evaluar los costos de las barras y accesorios de perforación nacional y extranjero, para garantizar la operación de explotación que a su vez permitirá bajar el cut-off haciendo que se explote mineral de menor ley.

1.5. Importancia

La importancia de esta investigación se centrará en el análisis técnico y económico de las barras y accesorios de perforación de producción nacional y extranjera, a partir de ello se evaluará

y seleccionará las barras más rentables y seguras para las operaciones de CIA Minera Aruntari unidad Santa Rosa. Todo ello será de utilidad para brindar recomendaciones sobre el empleo de barras y accesorios de perforación en la zona de investigación.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

El estudio técnico-económico influye significativamente en la selección de las barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022.

1.6.2. Hipótesis Específico

- En la operación de perforación se hace mención del uso de brocas de segunda o usadas, las cuales del 100% que se importa de otro país un 35% llegan en mal estado, lo que perjudica en parte la operación.
- La diferencia entre las barras de perforación nacional y las barras de perforación extranjera es que los primeros son baratos y de mayor rendimiento.
- La comparación en precios (\$2500) y vida económica (10000 metros) de las barras de perforación nacional y las barras importadas (\$3500) y vida económica (8000 metros).
- El tipo de Barra nacional es adecuado o recomendable para su uso por su costo y su rendimiento.

1.7. Variables e Indicadores

1.7.1. Variable Dependiente

Uso de barras de perforación

Indicadores:

- Diseño de perforación

- Tiempo de perforación
- Velocidad de perforación
- Tipo de macizo rocoso

1.7.2. Variable Independiente

Estudio técnico-económico

Indicadores:

- Rendimientos
- Tipos de brocas
- Barras de perforación nacional
- Barras de perforación importadas
- Precios y vida económica de las barras

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rendimientos ➤ Tipos de brocas ➤ Barras de perforación nacional ➤ Barras de perforación importadas ➤ Precios y vida económica de las barras 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ficha de Observación 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Por enfoque: Cuantitativo</p> <p>Por propósito: Aplicada</p>
¿De qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani- unidad Santa Rosa, 2022?	Determinar de qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022	El estudio técnico-económico influye significativamente en la selección de las barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022.	Estudio Técnico Económico		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ficha Técnica 	<p>Enfoque de Investigación</p> <p>Cuantitativo</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE			<p>Diseño de Investigación</p> <p>Cuasi – Experimental</p>
¿Qué tipos de brocas se emplean en el proceso de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa?	Identificar los tipos de brocas que se emplean en el proceso de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa.	En la operación de perforación se hace mención del uso de brocas de segunda o usadas, las cuales del 100% que se importa de otro país un 35% llegan en mal estado, lo que perjudica en parte la operación.	Barras de Perforación			
¿Cuál es la diferencia entre las barras de perforación nacional y las barras de perforación importadas por CIA Minera-unidad Santa Rosa?	Conocer la diferencia entre las barras de perforación nacional y barras de perforación importadas por CIA Minera-unidad Santa Rosa.	La diferencia entre las barras de perforación nacional y las barras de perforación extranjera es que los primeros son baratos y de mayor rendimiento.		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseño de perforación ➤ Tiempo de perforación ➤ Velocidad de perforación ➤ Tipo de macizo rocoso 		<p>Población</p> <p>Barras de perforación de la CIA minera Aruntani.</p>
¿Cuáles son los precios y vida económica de las barras de perforación nacional y las barras importadas por CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa?	Conocer los precios y vida económica de las barras de perforación nacional y las barras importadas por CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa.	La comparación en precios (\$2500) y vida económica (10000 metros) de las barras de perforación nacional y las barras importadas (\$3500) y vida económica (8000 metros).				<p>Muestra</p> <p>Barras de perforación en el nivel de producción de la CIA minera Aruntani</p>
¿Qué barra de perforación son recomendables para el uso de CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa?	Identificar las barras de perforación recomendable para el uso de CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa.	El tipo de Barra nacional es adecuado o recomendable para su uso por su costo y su rendimiento				<p>Muestreo</p> <p>No probabilístico por conveniencia</p>

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Datos de la Unidad Minera

2.1.1. Ubicación y Acceso

La unidad minera Santa Rosa se ubica en la parte sur andina del país, en el límite de los departamentos de Moquegua y Puno a una altitud de 4,700 y 5,300 metros sobre el nivel del mar, perteneciente al distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto en el departamento de Moquegua, entre las coordenadas geográficas siguientes:

Longitud 70° 02' 50" Oeste

Latitud 16° 38' 50" Sur

El acceso a esta mina se realiza a través de las siguientes vías:

- Transporte aéreo: Lima-Juliaca para luego tomar la vía terrestre que une Juliaca-Puno y Puno-Desaguadero, de donde se sigue a través de la carretera binacional hasta el Km. 265 y se continua por una trocha carrozable que conduce al campamento, demorándose en recorrer 4 horas en camioneta.
- Transporte terrestre: Lima-Moquegua, en una distancia de 1,260 Km. y continuar por la carretera binacional hasta el Km. 265 donde se sigue la trocha carrozable antes descrita.

Figura 1

Plano de ubicación CIA Minera Aruntani-Unidad Minera Santa Rosa





2.1.2. Clima y Vegetación

En esta parte de la cordillera de los andes el clima está definida por dos estaciones bien marcadas, una húmeda que abarca los meses de diciembre a abril, caracterizado por precipitaciones lluviosas, nieve y granizo donde la temperatura durante el día es de 20°C y en la noche de 7°C. La estación seca está comprendida entre mayo a noviembre, donde la temperatura en el día es de 15°C y en la noche desciende a menos 0°C.

La vegetación es escasa y está conformado mayormente de ichus pequeños arbustos constituido por yaretales, tola y quenuales.

2.1.3. Fisiografía

El relieve de esta zona es muy accidentada constituido por geoformas positivas, los cuales están constituidos por los cerros Tucarinani, Quinaquinani, Huilcane, Cotañañi, Domo Acosiri, y

geoformas negativas en forma de “V” constituyendo un valle plano y algunas quebradas Acosiri, Onani, etc.

2.1.4. Geología

2.1.4.1. Geología Regional.

Regionalmente la base del distrito corresponde a sedimentos del Grupo Yura de edad Jurásica - Cretácica constituido por cuarcitas, areniscas y lutitas plegadas que se exponen en la parte norte, sobreyaciendo a esta unidad se tienen sedimentos lutáceos y calcáreos de las formaciones Murco y Arcurtuina, luego sedimentos volcánicos del Grupo Tacasa del terciario medio, más localmente en las inmediaciones del área se reconocen facies sedimentarias y volcanoclásticas del Grupo Maure sobre las que se asientan piroclastos y materiales lacustrinos de las formaciones Sencca y Capilluni respectivamente, completan la secuencia una potente serie volcánica del Grupo Barroso constituido por andesitas, traquiandesitas, tufos y aglomerados en cual base se emplazan los yacimientos Superior Barroso.

2.1.4.1.1. Estratigrafía.

En la zona de estudio, la columna estratigráfica, está constituida por las unidades que a continuación se describen:

Grupo Maure. - Terciario Superior, Mioceno, son volcanoclásticos retrabajados de color violáceo que forman estratos afectados por un plegamiento moderado. Aflora al Sur-oeste del tajo y constituyen la caja de las minas Ccaccachara.

Formación Sencca. - Terciario Superior, Mioceno tardío, formado por tufos con cristales de cuarzo de influencia regional, sobreyacen a los volcanoclásticos del G. Maure y aflora en las

inmediaciones de la propiedad Checalla-desvío al tajo, en la base del domo Milagros y se extiende hacia el C° Ichujasi.

Formación Capillune. - Terciario Superior, fines del Mioceno, formado por sedimentos tufaceos, no afloran localmente.

Complejo Dómico Milagros-Alicia. - Terciario Superior, fines del mioceno. Es una unidad local que se ubica estratigráficamente cortando los tufos de cristales y probablemente mantuvieron la zona con relieve positivo que no permitió la depositación de los sedimentos volcánicos Capillune. Forman una topografía suave, son de composición riodacítica (Milagros-Cotañani) a riolítica hacia el Este (Alicia). Presentan una alteración de sílice-Arcillas-alunita bien extendida con estructuras de sílice masiva y mineralización restringida a fracturas. Pero sin alteración pervasiva de sílice residual ya que por su baja permeabilidad no alcanzó una lixiviación fuerte. Estos domos cuando presentan una composición riolítica presentan cuerpos de vidrio volcánico tipo obsidiana en el tope y brechas vitrofiricas.

Grupo Barroso. - Plioceno-Pleistoceno. Comprende dos unidades inferior y superior.

El Barroso Inferior. - De composición dacítica a traquiandesítica está formado por:

- Una base de lavas dacíticas y piroclásticos intercalados.
- Luego sobreyaciendo se ubica la brecha de flujo o “autobrechas” que poseen matriz y fragmentos de la misma composición dacítica.
- Emplazamiento de domos dacíticos de textura porfirítica gruesa, como por ejemplo el domo Quinaquinani. Es la unidad favorable para la alteración de alta sulfuración debido a su mayor permeabilidad y cercanía en espacio y tiempo a los centros hidrotermales generados por los centros volcánicos y los complejos dómicos riodacíticos. Están afectadas por fallas normales, fallas

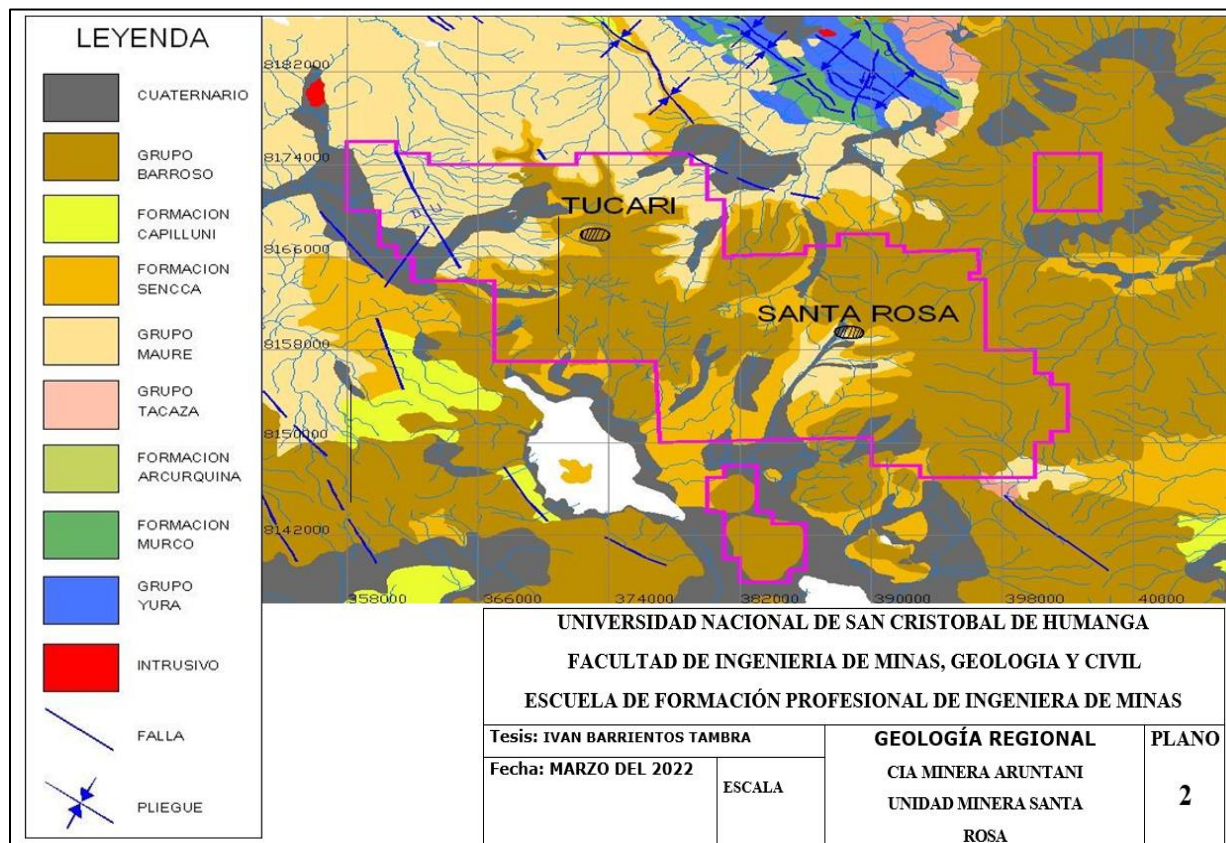
dextrales, fallas de colapso y sus capas muestran un ligero plegamiento. Afloran en el tajo Tucari y cubren parte de los domos.

El Barroso Superior. - Es del pleistoceno y conforman las capas superiores de gran extensión (1 a 10km) que aún permanecen como parte de los estrato-volcanes. Las capas de lavas no están plegadas y tienen composición traquiandesítica a andesítica, son capas de lavas con buena disyunción columnar, rellenan el paleorelieve y están afectadas levemente por las fallas reactivadas antiguas. Afloran en la cumbre del Cerro Quinaquinani.

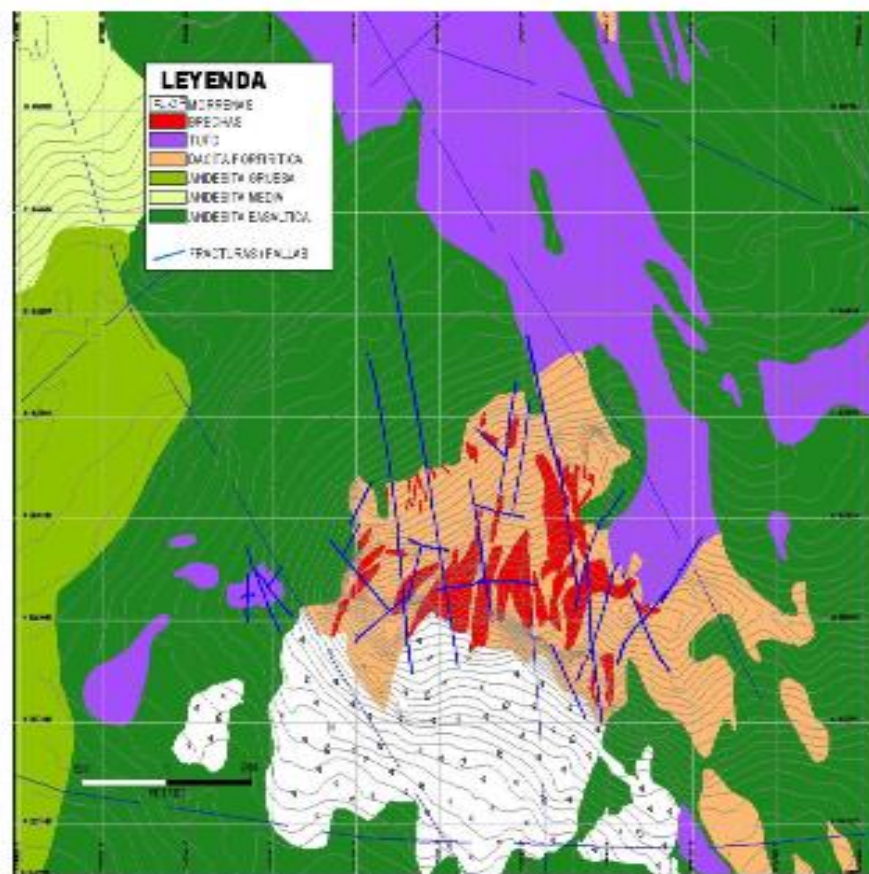
Cuaternario: El cuaternario está conformado por depósitos poco consolidados conformado por depósitos fluvio-glaciares, coluviales y aluviales y que se hallan ampliamente distribuidos en la zona.

2.1.4.1.2. Rocas ígneas.

En la zona existen rocas intrusivas representado por intrusiones hipabisales: andesita, microdiorita y riolita e intrusiones granodiorítica, todos del terciario medio superior.

Figura 2*Geología Regional***2.1.4.2. Geología Local.**

El yacimiento aurífero de Aruntani se encuentra diseminado sobre rocas de la formación Barroso. Dentro de la geología local tenemos en la base lavas andesíticas finas, luego un tufo lítico riodacítico y más internamente un tufo dacítico, mucho más alterado, conjuntamente con el desarrollo de brechas freáticas e hidrotermales que albergan las mayores concentraciones de la mineralización cubriendo gran parte del área y hacia el exterior ocurren potentes series lávicas andesíticas con desarrollo de domos félsicos, riolíticos y riodacíticos, al parecer igualmente relacionado a los procesos de alteración- mineralización de la zona.

Figura 3*Geología Local*

2.1.4.3. Geología Estructural.

Los trabajos de interpretación foto geológica, el cartografiado en el campo junto al análisis de imágenes satelitales nos han permitido confeccionar un plano de estructuras para todo el distrito. Se ha definido un Tren de rumbo promedio NE en el cual se desarrolla el Depósito Santa Rosa; adyacente y sobre el lado oeste aparecen las vetas de la antigua mina Caccachara. El rasgo estructural más importante al cual se asocian los cuerpos de mineral más ricos dentro del yacimiento lo constituye una Falla Normal de rumbo N30°E con buzamiento de 45° SE, cortando al centro hidrotermal Cotañani.

2.1.4.4. Geología del Yacimiento.

El mapeo dentro del Pit ha permitido identificar sistemas de fracturas y fallas pre y postmineral con “saltos” muy pequeños que no han generado grandes desplazamientos en los cuerpos con Oro.

Uno de los sistemas más conspicuos se observa en el sector del “anfiteatro” donde tenemos un patrón estructural NE con fracturas y fallas abiertas dispuestas de manera subvertical que en ocasiones buzan levemente al Oeste. Tal control coincide con la orientación del Tren definido para el Distrito.

Sobre la parte Central del Pit se han cartografiado estructuras NS de persistencia limitada pero también asociadas a mineralización. Se han reconocido áreas de sílice residual con valores de oro mayores a los 14 gr Au/TM y cuerpos de brecha silícea con cristales de baritina cuyos tenores varían entre los 4.5 gr Au/Tn y 8.0 gr Au/TM.

La identificación de estos sistemas se convierte en guías geológicas muy importantes para el control de la mineralización siendo de gran ayuda en los trabajos dentro de la operación.

2.1.4.5. Geología Económica.

2.1.4.5.1. Génesis y paragénesis.

El depósito de Aruntani abarca una extensión de 700 Km² y está definido por rocas volcánicas alteradas hidrotermalmente, que son claramente identificables, existen por lo menos 5 centros hidrotermales de los cuales 2 contienen yacimientos minerales de Au y Ag diseminados en óxidos en Santa Rosa y Tucari.

2.1.4.5.2. Mineralogía.

La mineralización se encuentra emplazada en domos de lava félsica además en intrusiones dacíticas y en flujos de traquiandesitas, muestran un modelo e alteración característico, desde un centro masivo silicio y de cuarzo poroso, algunos de textura granular, con un halo de cuarzo alunita. Los sulfuros reconocidos incluyen pirita y enargita, los cuales han sido oxidados en gran parte a profundidades entre 300 y 400 metros de la superficie en las zonas brechadas y con alta porosidad.

2.1.4.5.3. Alteración.

El contexto dentro del centro volcánico Santa Rosa es del tipo epitermal de alta sulfuración cuando la roca caja es del Barroso Inferior y del tipo baja sulfuración en la formación Maure y piroclásticos del Sencca.

En el caso de la alteración la ocurrencia de sílice residual y argilica avanzada (sílice alunita) se encuentra en la intersección de los alineamientos NW con las fallas abiertas N70°E.

La zona de Santa Rosa está conformada por un conjunto de estructuras N 70° E a E-W en un contexto argílico avanzado de ensamble sílice-alunita-arcillas.

La zona de Quinaquinani Sur presenta dos estructuras, la primera llamada Santa Rosa está formada por un canal de sílice arcillas alunita con cajas de roca intemperizada. La segunda llamada Quinaquinani está compuesta por un canal de sílice calcedónica de buena potencia de largo y alrededor un halo restringido de sílice-arcillas-alunita y caja de roca fresca. Gran parte de esta zona Sur está cubierta por los conos coluviales.

2.1.4.5.4. Estructuras Mineralizadas.

Las estructuras que controlan la mineralización son de rumbo N15°W y N60°W que alinea zonas con alteración y anomalías auríferas. Como ejemplo tenemos la estructura Cotañani N15°-45°W, la estructura Arichua de N50°W, el alineamiento estructural Alicia N60°W. Las estructuras N70°E a N80°W son controles secundarios de la mineralización y probablemente son fallas de tipo tensional. Como ejemplo tenemos la estructura Santa Rosa de dirección N70°E que corta el tajo y se dirige a Tucari y sube hacia Arichua, definiendo una zona prospectiva con evidencias de alteración en su trayectoria.

2.1.4.5.5. Cubicación de Reservas.

El Tajo económico final contempla un diseño para un Cut Off de 0.30 gr Au/TM con bancos de 6 metros de altura. Desde septiembre del 2003 se han realizado sucesivas ampliaciones aprovechando la continuidad y persistencia de la mineralización. La ley de corte que actualmente se maneja es 0.25 gr Au/TM y en casos especiales donde las características petromineralógicas de la roca son muy favorables cargamos al PAD a partir de 0.20 gr Au/TM. Las operaciones se iniciaron a fines del 2001 con una primera cubicación de 340,000 onzas de oro en base a un cálculo manual por bloques.

2.1.4.5.6. Reservas de mineral.

Para cuantificar las reservas minerales se empleó el método de polígonos, donde se asume que el área de influencia de un taladro persiste en profundidad, variando únicamente su ley. Se tiene cubicadas al 31 de diciembre del 2,005 las siguientes reservas minerales:

El área de cada polígono, generalmente se calcula con ayuda de un planímetro. Luego el área se multiplica por la lectura del banco (6 metros) o por la profundidad del taladro, para obtener el volumen del banco del prisma poligonal que contiene al taladró, respectivamente.

La ley de un banco es la que corresponde a su altura en la profundidad del taladro y la ley del prisma poligonal es la ley promedio para toda la longitud del taladro.

La ley y tonelaje para un banco o para todo el yacimiento, es la suma de todos tonelajes y el promedio de ley ponderada de las muestras obtenidas en los taladros.

2.1.4.6. Posibilidad de yacimiento.

Se continúan con programas de exploración en zonas aledañas al Pit con resultados favorables; aunque los hallazgos son pequeños, de todas formas, constituyen un plus adicional en las reservas de la mina.

Una consideración que también nos parece importante recalcar es que el modelo de bloques en la zona de la Falla Cotañani muestra leyes muy por debajo a las que venimos obteniendo con el minado. Aquí los polígonos de mineral siempre han arrojado leyes superiores a lo estimado; incluso, se han definido cuerpos de mineral especial (valor superior a 10.00 gr Au/TM), que aumentan de manera considerable el contenido de finos que se pone en el PAD. Esta diferencia a favor no debe extrapolarse a todo el tajo.

2.2. Antecedentes de la Investigación

Tesis

Godoy (2020), en su tesis “Comparación técnico económica de sistemas de perforación en el método Shrinkage aplicado a explotación de mina subterránea El Dorado” tuvo como objetivo establecer los beneficios técnicos – económico, que podría generar la utilización de uno de los sistemas de perforación para la posterior extracción del mineral, definiendo así el más optimizado,

para entregar un proceso de calidad basado en la explotación por medio del método Shrinkage en Mina El Dorado. Y la metodología empleada en esta investigación contó de tres etapas: recopilación de información, estructuración de la información y definición del óptimo. Se obtuvo las siguientes conclusiones: 1) que técnicamente el método de explotación Shrinkage cumple con el estándar para su empleo en la Veta N-S, de la mina El Dorado debido a las condiciones geológicas y geomecánica que presenta. La veta presenta un ritmo óptimo de producción de 860 *Ton/Día*, y una vida útil de aproximadamente 10 años, debido esto además a los parámetros y aspectos que los distinguen del resto de métodos de explotación principalmente, la dimensión de la potencia y buzamiento del cuerpo mineralizado, se hace factible su aplicación. 2) Los sistemas de perforación descritos a lo largo del trabajo, son económicamente rentables considerando las variables involucradas en el negocio minero, además ambos son adecuados para ser implementados, independiente de la opción elegida. Con respecto a la perforación horizontal podemos concluir que presenta un mejor rendimiento por metro barrenado, pero teniendo como limitante el tiempo de espera que se debe considerar por la eliminación del esponjamiento cuando las veta son demasiado angosta, lo que dificulta un óptimo desempeño por parte del perforista. 3) El costo total de perforación para este tipo de sistema es de aproximadamente 1,9 USD por hora. Por su parte el sistema de perforación vertical si bien cumple con los requerimientos en cuanto a extensión de la veta y parámetros geológicos, en los cuales se desarrolla la perforación, sus recuperaciones son inferiores y en muchos casos es necesario el uso de fortificaciones para reparar el techo del túnel debido a la inestabilidad con a que queda.

Ccaso (2018), en su tesis “Evaluación económica en el avance de frentes horizontales del NV 4100 con barras de 16 pies mina Minsur S.A. en la unidad minera Raura”, tuvo como objetivo lograr el incremento de la eficiencia por disparo en las labores de avance horizontales con la barra de 16

pies, explicar la evaluación técnica y económica para dar viabilidad al incremento de la longitud de las barras de perforación de la Unidad Minera Raura. Y se obtuvo las siguientes conclusiones:

1) Se logró aumentar los avances en el Nivel 4100, realizando el seguimiento en las labores horizontales del proceso de perforación y voladura. Los resultados en una sección de 3,50x3,50 m, se obtenía con barra de 14 pies el avance de voladura en 3,78 m, factor de potencia 0,98 kg/TM. A inicios del mes de agosto se realiza la perforación con barra de 16 y se obtiene el avance de voladura en 4,25 m, mejorando el avance en 20,40%. Y factor de potencia 1,04 kg/TM mejorando en 6,12 % y finalmente se logró mejorar con barra de 16 pies el factor de avance en 5,12%. Y para ver las mejoras en secciones: 4,00x4,00 m y para 4,50x4,00. 2) Se optimizó el proceso de las labores de desarrollo con una estimación de beneficio económico para una sección de 3,50x 50 m, donde el costo unitario con barra de 14 pies es 10,18 US\$/ml. Y el costo unitario con barra de 16 pies es 11,49 US\$/ml con una diferencia de 1,31 US\$/ml a favor de barra de 16 pies. Y finalmente el beneficio económico anual es de 11035,44 US\$/ml. Y también podemos apreciar en beneficio económico para las secciones: 4,00x4,00 m y para 4,50x4,00.

Miranda (1994), en su tesis “Estudio técnico-económico de la perforación y voladura de rocas en la mina Tintaya” tuvo como objetivo resumir toda la experiencia lograda durante siete años de labor continua en el campo de la perforación y voladura de rocas. Y se llegó a las siguientes conclusiones: 1) El estudio realizado para optimizar la presión hidráulica y velocidad de rotación en las perforadoras rotativas primarias (1990 y 1991), nos ha permitido introducir los parámetros óptimos, con un control y evaluación constante han los que logrado incrementar los rendimientos de nuestros accesorios de perforación (brocas, estabilizadores y barrenos); con un consecuente incremento de la velocidad de penetración.2) Las mediciones de caudal y presión de aire en las perforadoras rotativas han sido y deben ser constantes: con la finalidad de tener controlada la

velocidad anular de las mismas. Esto nos permitirá trabajar con eficiencia y mantener los resultados obtenidos (mejorando rendimientos); además se pueden detectar las posibles obstrucciones en el sistema de circulación de aire ya que las perforadoras vienen trabajando más de 9 años en forma continua.

Ore (2019), en su tesis “Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A.” tuvo como objetivo optimizar el uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary Unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A. Y el método de investigación empleado fue el deductivo y analítico, siendo una investigación aplicada de nivel explicativo y tecnológico. Es así, que se arribó a las siguientes conclusiones: 1) Los rangos normales de los parámetros de perforación para la veta Mary Tj 120 E-W, nivel 1120, presenta dos tipos de roca, en las encajonante se tiene a la dacita con RMR de 45 de tipo Regular “A” y en la roca mineralizada se tiene a la esfalerita con RMR: 31 de tipo Mala “A”. Para ambas rocas, la perforación es con el equipo Simba S7 D de EPIROC y la rotación de perforación debe ser de 25 a 45 bares y pueden variar para cada tipo de roca a perforar. El antiatasque es de 75 bares, este rango es 25 bares por encima de la presión de rotación, en brocas de 64 mm el RPM es de 150 rpm, y en brocas rimadoras de 127 mm el RPM es de 125 rpm a 135 rpm. 2) La optimización de los factores y parámetros de perforación es efectuada por el método del diagrama de Ishikawa que ayudó a elaborar un plan de acción para la optimización operacional respecto a la perforación, lo que incrementó la vida útil de los aceros de perforación. 3) El incremento del rendimiento por metro perforado en promedio mensual en relación al consumo en brocas afiladas y sin afilar se tiene, respecto a la broca de 64 mm, es de 10 metros perforados y se obtiene una optimización en reducción de costos de 12 US\$, y respecto a la rimadora de 127 mm es de 4 metros perforados y

se tiene una optimización en reducción de costos de 4.8 US\$. 4) La optimización de los aceros de perforación en el rendimiento anual y mensual en términos económicos de los aceros de perforación para el equipo J-310 Simba S7D para taladros largos del año 2018 presenta una reducción de costos de \$2,795.19 anual y \$93.17 mensual.

Abanto y Vásquez (2016), en su tesis “Reducción de costos en las operaciones unitarias de perforación y voladura optimizando el mantenimiento de brocas de 45 mm, rimadoras de 102 mm y el consumo de explosivo en las labores de desarrollo que realiza la empresa Conmisiv S.A.C. en CMH S.A.” tuvieron como objetivo reducir el costo de las operaciones unitarias de perforación y voladura. Y se obtuvieron las siguientes conclusiones: 1) Se consiguió aumentar el rendimiento de broca de 45mm sandvick en la perforación con jumbos en 42.5 %, es decir de 181 m/broca que se tenía inicialmente, se alcanzó un rendimiento de 258 m/broca, alcanzando un 29% más de su vida útil (de 200m/broca). 2) Se consiguió aumentar el rendimiento de rimadora de 102mm sandvick en la perforación con jumbos en 53%, es decir de 172 m/rimadora que se tenía inicialmente, se alcanzó un rendimiento de 263 m/broca, alcanzando un 31.5% más de su vida útil (de 200m/broca). 3) Se redujo el costo de perforación en 4% equivalente a 6.4\$/m, de 162.5\$/m a 156\$/m promedio logrando un ahorro en tres meses de 6770.2\$ meses; que fue el

ahorro esperado. 4) Se redujo el costo de voladura en 9.6%, de 106.7\$/m a 96.54\$/m promedio logrando un ahorro en tres meses de 11137.7 \$/tres meses; que fue un ahorro muy positivo. 5) Se estableció como herramienta de control, un formato de reporte para el consumo de brocas de 45mm, para poder hacer un seguimiento más detallado.

Chirinos (2015), en su tesis “Control de aceros de perforación, factores que influyen la vida útil, su relación con el paralelismo y profundidad en el proyecto de expansión K-115 JJC Contratistas Generales S.A. Sociedad Minera Cerro Verde” tuvo como objetivo controlar el uso adecuado de

los aceros de perforación para garantizar taludes estables, así como elevar la producción de material volado diario en los canales 1, 2 y 3 del proyecto K115 perteneciente a la Expansión de la SMCV (2013- 2016). Y empleó una metodología cuantitativa de tipo experimental. Siendo así, que obtuvo las siguientes conclusiones: 1) La relación entre el paralelismo y la desviación de los taladros influyen directamente sobre el resultado de una voladura, sobre todo cuando la profundidad es mayor para cumplir con las metas programadas sin que el área de perforación se vea perjudicada por tiempos improductivos ocasionados por equipos con baja disponibilidad operativa. 2) La fragmentación adecuada no sólo depende del explosivo que se va a utilizar, sino también del diseño de malla, se debe mantener las dimensiones de la misma por más que cambie el tipo o dureza de la roca para que las ondas actúen de forma similar en todos los tramos de la plataforma. 3) Es muy complicado llevar un control preciso cuando se trata de aceros de perforación. Hay muchas variables que no se pueden controlar, pero que sí se pueden identificar para tener las herramientas de solución a la mano y así la producción no pare, sobre todo cuando por proceso constructivo el trabajo es concatenado.

Artículo científico

Ortega, Jaramillo y Molina (2016), en el artículo “Modificación de las mallas de perforación de voladuras a partir del índice de esfuerzo geológico (GSI), caso mina "La Maruja", Colombia”, donde establecen como objetivo la reducción de los costos de perforación. Y la metodología empleada se basó en una serie de ensayos en voladuras con las cuales se busca determinar qué tipo de malla de perforación se adecua a cada tipo de roca en diferentes paneles. Es así, que se obtuvo las siguientes conclusiones: 1) Se pueden utilizar las mallas de perforación con espaciamientos máximos de 80x80cm. No obstante, al analizar la tabla geomecánica es muy probable que los paneles con rocas de la más baja calidad puedan trabajar con espaciamientos

mayores, ya que como se observó en estos el tamaño promedio de la roca tras la voladura es por lo menos cinco veces menor que el requerido. 2) Con mallas de 80x80cm se tiene un ahorro en costos de más del 30% que cuando se usaban mallas de 60x60cm. 3) Además del espaciamiento existen ciertos factores que pueden favorecer la eficiencia de las voladuras, como lo son la variación en la cantidad de explosivo en los barrenos y las secuencias de detonación de estos (por ejemplo, detonaciones en "V"). Estos parámetros también pueden traer beneficios en la granulometría, a menores afectaciones a la roca encajante y costos entre otros, por lo cual sería recomendable estudiar.

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Método de explotación a tajo abierto

2.3.1.1. Perforación.

Esta actividad es el que da inicio al trabajo minero. Esta actividad se realiza “perforando huecos cilíndricos en la roca para insertar y detonar material explosivo con la finalidad de fragmentar y separar los minerales desde la corteza terrestre” (Rojas, 2009, p. 23). Y para generar un orificio en un material sólido se requiere de la aplicación de energía, y ello se efectúa a través de dos acciones: percusión y rotación. En el primero la herramienta penetra la roca por los sucesivos impactos de alta frecuencia y gran energía; y en el segundo la herramienta barrena la roca por la acción conjunta de un torque de rotación. (Rojas, 2009)

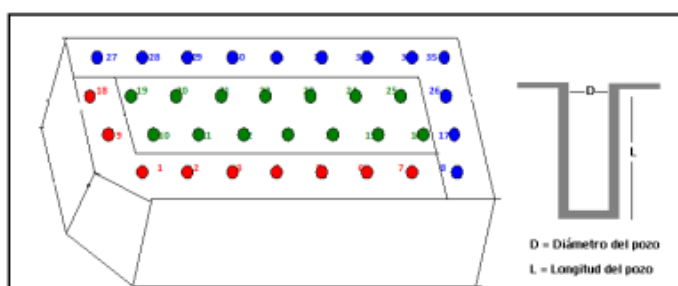
Asimismo, la construcción de pozos de perforación, requieren de la ejecución de las siguientes actividades: a) programación de la ubicación y características de los pozos a perforar; b) selección de las herramientas a utilizar; c) preparación de la zona de trabajo; d) posicionamiento

de equipos; e) perforación; f) retiro y muestreo de detritus; g) verificación de la calidad y cantidad de tiros perforados; y h) retiro del equipo del sector.

Y es a partir de ello, que se define una malla de perforación (Figura 04) que está compuesto por el número de pozos a perforar, la ubicación y características de cada pozo.

Figura 4

Malla de perforación



Fuente. Apunte MI57E- Explotación de Minas, Universidad de Chile

Por otra parte, la operación de perforación se realiza con equipos diseñados para este fin. Entre estos se encuentran las perforadoras y equipos auxiliares. Cabe mencionar, que las características del equipo de perforadoras obedecen a las características de la mina, tanto físicas como geométricas y operacionales. (Rojas, 2009)

2.3.1.2. Voladura o tronadura

Esta etapa también es conocida como “tronadura”, que consiste “en cargar con explosivos los pozos generados en la perforación, con el objetivo de fragmentar la roca a tamaños manejables por los equipos mineros” (Rojas, 2009, p. 28). Y para la fragmentación de rocas es necesaria una reacción química que genere la explosión de las cargas insertadas en los macizos rocosos. De esta manera, el material tronado debe ser apta tanto en granulometría y disposición espacial. Es preciso recalcar, que la granulometría va a depender de las características de la roca y la energía aplicada

en la roca, pues en caso de que busquemos una granulometría fina se tendría que aplicar mayor cantidad de explosivos y aumentar su potencia. (Rojas, 2009)

La actividad de voladura consta de las siguientes secuencias de actividades: a) preparación de la zona de trabajo; b) posicionamiento de equipos de carguío de explosivos; c) introducción del explosivo y los accesorios necesarios; d) control de calidad del explosivo; e) entacado del pozo; f) amarre según secuencia de detonación específica; g) revisiones de seguridad en el sector; h) primer aviso, avisos posteriores y último; i) tronadura; j) ventilación o limpieza del sector; k) revisión de seguridad; y l) quema de tiros quedados y descolgado de bloques.

Por otra parte, la voladura se lleva a cabo con un equipo adecuados y personal calificado, y con supervisión permanente, ya que esta actividad es de alto riesgo. Asimismo, el costo de la operación depende de la cantidad de explosivos a emplearse en un periodo dado. (Rojas, 2009)

2.3.1.3. Carguío y Acarreo

- Carguío

Esta etapa se lleva a cabo con “equipos de gran capacidad generalmente palas y cargadores frontales, se carga el material a los camiones volquetes o, en su caso a las tolvas del ferrocarril” (Pantoja, 2013, p. 74). Se emplea estos materiales para que se traslade a la zona de trituración primaria dentro del mismo tajo o directamente a la chancadora en caso del mineral y a los votadores en caso del mineral estéril. En esta etapa se incluye tareas de remoción y acopio del material fragmentado.

- Acarreo

El acarreo es la etapa donde se transporta el material que se encuentra en los bancos hacia los diferentes destinos, entre estos se encuentran los siguientes: a) el mineral con contenido

metálico económicamente explotable se trasladará a la chancadora del tajo abierto; b) el *leach* o material de baja ley se almacena en botaderos especiales para su posterior lixiviación con la aplicación de nuevas tecnologías y con la intención de recuperar su contenido metálico; y c) el desmonte se envía a los botaderos. (Pantoja, 2013)

Y para el traslado de materiales hacia los destinos mencionados se emplean los siguientes medios de transporte: Camiones volquetes se emplean para el transporte desde los bancos hasta los botaderos; envagones de ferrocarril para el transporte de los bancos a la chancadora, botaderos de desmonte o *leach*. (Pantoja, 2013)

2.3.1.4. Chancado

Todos los minerales derivados de la explotación a cielo abierto deben de ser reducidos en una planta de trituración que también es conocido como chancado. Ello con la intención de obtener una granulometría adecuada. Y cabe mencionar que, de todos los procesos explicados anteriormente, esta actividad requiere un elevado consumo de energía, lo cual se aprecia con mayor notoriedad en el impacto económico que genera en el desarrollo de un proyecto de explotación minera. (Rojas, 2009)

Asimismo, la selección del equipo chancador depende de las características físicas y geológicas del material tronado y de las necesidades granulométricas de la operación productiva. Es así, que esta etapa busca reducir el tamaño del mineral para facilitar el transporte y el tratamiento.

2.3.2. Brocas

Las brocas son “el elemento más determinante en la velocidad de perforación, una vez fijados los parámetros de percusión, rotación y empuje” (Chirinos, 2015, p. 25). Asimismo, las

brocas de perforación “son herramientas que van enroscadas en el extremo inferior de la sarta de perforación, y están dotadas de elementos cortantes, que sirven para penetrar las formaciones en el subsuelo” (Ramos, 2011, p. 99).

2.3.2.1. Clasificación de brocas.

2.3.2.1.1. Brocas de cuerpo fijo.

Las brocas de cuerpo fijo constan “de un bloque sólido (cuerpo de acero o matriz) con elementos cortantes soldados que perforan la formación al rotar la sarta de perforación” (Ramos, 2011, p. 101). En esta clasificación de brocas se encuentran los siguientes tipos de brocas:

- De diamantes naturales e impregnados

Este tipo de broca está construida por muchos diamantes colocados en una matriz de carburo de tungsteno. Y son aptos para formaciones no frágiles, de alta dureza y abrasividad. Entre sus características más importantes se observan en el perfil de la corona, el mecanismo de corte de la formación y el tamaño y número de diamantes. (Ramos, 2011)

- De diamantes policristalinos

Estas brocas fueron diseñadas para formaciones blandas, firmes, medianamente duras, y no abrasivas. Entre sus características más importantes está relacionado con el perfil de la corona, la limpieza hidráulica de la mecha, el tipo de cortadores y el mecanismo de corte. (Ramos, 2011)

- Excéntricas

Estas brocas poseen una geometría única que les permite ensanchar y perforar sincrónicamente.

2.3.2.1.2. Brocas de conos.

Es esta clasificación se encuentran los siguientes tipos de brocas:

- Brocas tricónicas

Esta es una las brocas más utilizadas en las operaciones de perforación rotatorio porque utiliza gran variedad de diseño de dientes y tipo de cojinetes que permiten su uso en diversos tipos de formación. Entre su principal característica se encuentra la presencia de conos que giran alrededor de sus ejes, a medida que la broca lo hace sobre el fondo. (Ramos, 2011)

- Brocas bicónicas

Este tipo de broca tiene dos conos, y la cantidad de dientes es menor que las poseídas por las tricónicas y la carga puntual es más alta por diente, lo que mejora la penetración en la roca.

Tabla 1. Clasificación de las brocas de perforación

Clases	Características	Tipos
De Cuerpo Fijo o de Arrastre	Los Cortadores forman parte integral de la mecha.	<ul style="list-style-type: none"> • De diamantes naturales y de Insertos. • De diamantes compactos policristalinos (PDC). • Excéntrica.
De Conos o Elementos Rodantes	Los cortadores están unidos a una, dos o tres piezas cónicas, las cuales giran alrededor de su eje que presentan dientes de acero o insertos.	<ul style="list-style-type: none"> • Monocónicos • Bicónicos • Tricónicos

Fuente. Geología, Hidráulica y Brocas de Perforación, (1997). Instituto de Desarrollo Profesional y Técnico (CIED), PDVSA.

2.3.3. Barras de perforación

2.3.3.1. Tipos de barras de perforación.

Existen tres tipos de barras de perforación: barras redondas, barras hexagonales y carburación.

2.3.3.1.1. Barras redondas.

Se emplean normalmente en aplicaciones de perforación de extensión. Y son más ligeras que las barras hexagonales de un tamaño equivalente. Asimismo, el diámetro de la barra se basa en la dimensión externa.

2.3.3.1.2. Barras hexagonales.

En esta barra, las secciones transversales son más rígidas, pesadas y transfieren energía de manera más eficiente. Asimismo, reduce el espacio anular en el orificio de perforación para una mejor descarga.

2.3.3.1.3. Carburación.

Este tipo de barra está endurecida y ello proporciona una cubierta sobre toda la superficie de la barra, tanto interna y externa. Esta barra es empleada principalmente en aplicaciones subterráneas, donde el agua se usa como medio de descarga.

2.3.3.1.4. Inducción de alta frecuencia.

En esta barra sólo los extremos del hilo de la barra están endurecidos. Asimismo, se utiliza principalmente en aplicaciones de perforación superficial, donde el aire es el medio de descarga primario.

2.3.3.1.5. Métodos de evaluación económica

La evaluación económica permite evaluar la viabilidad de los proyectos y la posterior toma de decisiones y comprende los siguientes aspectos: aspecto financiero, aspecto económico, aspecto técnico y el riesgo de la inversión.

2.3.3.1.6. Valor Actual Neto.

El valor actual neto “permite calcular el valor presente del dinero de un determinado flujo de caja futuros originados por una inversión, descontando al momento actual mediante una tasa todos los flujos de caja positivos y negativos futuros” (Cuadros, 2018, p. 23). Ello sirve para ver si las inversiones son efectuales y poder comparar con otros proyectos.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realizada al momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

Es así que, un $VAN > 0$ indica que, a la tasa de descuento elegida, el proyecto generará beneficios. Un $VAN = 0$ indica que el proyecto no generará beneficios ni pérdidas. Un $VAN < 0$ indica que el proyecto generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

2.3.3.2. Tasa Interno de Retorno (TIR).

El TIR permite conocer y comparar la rentabilidad de un proyecto en comparación con otros. Es así, que mide el atractivo económico de los proyectos.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Asimismo, el TIR hace el VAN sea igual a cero para un proyecto de inversión.

2.3.3.3. Periodo de Retorno de la Inversión (PRI).

El PRI “es el tiempo requerido para que la empresa recupere su inversión inicial de un proyecto calculado a partir de las entradas de efectivo” (Cuadros, 2018, p. 25). Y es uno de los métodos estadísticos, donde se suman algebraicamente los flujos de fondos positivos de los diferentes periodos hasta llegar a la cantidad monetaria invertida.

$$PRI = a + \left[\frac{b - c}{d} \right]$$

a es el año anterior inmediato en que se recupera la inversión

b es la inversión inicial

c es la suma de los flujos efectivos anteriores a la fecha que se recupera la inversión

d es el flujo neto del año en que se satisface la inversión

2.3.3.4. Ley de corte (Cut-Off).

La ley de corte “es aquella ley de mineral, cuyo valor es igual al costo de producción, quiere decir, corresponde a la ley de mineral en que no da pérdidas ni ganancias, permitiendo discriminar mineral y estéril” (Cuadros, 2018, p. 25).

2.3.3.5. Costos unitarios.

Los costos unitarios son “los costos incurridos para extraer y tratar una tonelada de mineral en el proceso de explotación expresado en \$/ton, este es el método de los Costos Detallados” (Cuadros, 2018, p. 26). Y para llevar a cabo ello, es necesario que se tenga conocimiento sobre vida de los útiles de perforación, indicadores de consumo de explosivos, consumo de combustibles por hora de operación, etc. Este procedimiento se subdivide en 5 grupos: gestión geológica, mina, planta, servicios generales y administración mina.

2.3.3.6. Cash Cost All In.

Este indicador permite medir y comparar si el costo final del producto es mayor o menor al costo de venta del mineral. Y con ello identificar si se está ganando o perdiendo. Asimismo, este indicador incluye los costos directos de la mina, costos administrativos, costos de comercialización, venta e inversión. (Cuadros, 2018).

$$\begin{aligned}
 \text{Cash Cost All In} \left(\frac{4\$}{\text{onz}} \right) \\
 &= \text{Cash Cost Operacional} \\
 &+ \text{Cash Cost Descuentos Concentrado y Gastos Comerciales} \\
 &+ \text{Cash Cost Capex}
 \end{aligned}$$

2.3.3.7. Inversiones en Bienes de Capitales (Capex)

La Capex “son las inversiones de capital que crean beneficios, el cual añade valor a un activo existente más allá de un periodo, los cuales no pueden ser deducidos en el año en el cual son efectuados y deben ser capitalizados y se deprecian a lo largo de la vida útil del activo” (Cuadros, 2018, p. 27).

2.4. Definiciones conceptuales

Reserva mineral

La reserva mineral es “la cantidad (masa o volumen) de mineral susceptible de ser explotado, incluida la dilución, y a partir de la cual se pueden recuperar, económicamente, minerales valiosos o útiles, bajo condiciones reales, asumidas al momento de la cuantificación” (Ministerio de Minas y Energía, 2015, definición 1).

Minado

El minado es la excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento minera, lo cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea.

Perforación

La perforación es la acción o proceso de elaborar un orificio circular con un taladro (perforadora) manual o mecánico (eléctrico o hidráulico).

Broca

La broca es un aparato o herramienta para el corte de suelos y rocas utilizado en perforaciones o sondeos del subsuelo, que se ensambla en la parte final de la sarta de perforación.

Capítulo III

Metodología de la Investigación

3.1. Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo aplicativo o también conocido como investigación empírica o práctica “se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación” (Vargas, 2009, p. 159).

Bajo lo revisado en el párrafo anterior, esta investigación es de tipo aplicada, puesto que busca determinar a través de un estudio técnico económico si las barras de perforación de origen nacional o las barras de perforación de origen extranjera son los más rentables para la empresa CIA Minera Aruntani.

3.2. Nivel de Investigación

Es explicativo ya que “van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p.95). En ese sentido, en esta investigación se trata de explicar de qué manera influye el estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022.

3.3. Diseño

Es una investigación experimental de tipo cuasiexperimental, ya que busca manipular “intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 129). Por ello, podemos indicar que, en esta investigación, el estudio técnico económico

(variable independiente) generará efectos en el uso de barras de perforación de origen nacional o extranjera en CIA minera Aruntani-Unidad Santa Rosa.

3.4. Población

La población “es el conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se van a generar conclusiones” (Palella y Martins, 2012, p. 105). Asimismo, suele ser definida como el conjunto finito o infinito de elementos, personas o cosas pertinentes a una investigación.

De esta manera, la población de esta investigación esta comprendida por las barras de perforación en el nivel de producción de la CIA minera Aruntani, que realiza la explotación y extracción del oro.

3.5. Muestra

La muestra es “la escogencia de una parte representativa de una población, cuyas características reproduce de la manera más exacta posible” (Palellas y Martins, 2012, p. 106). Asimismo, los requisitos fundamentales que dan validez a una muestra son los siguientes: a) constituye parte de la población, b) es estadísticamente proporcional a la magnitud de la población, y c) es representativa en cuanto a las características de la población. (Palellas y Martins, 2012)

Siendo así, la muestra de esta investigación esta comprendía por las barras de perforación en el nivel de producción de la unidad minera Santa Rosa que constituye una parte de CIA minera Aruntani.

3.6. Metodología de trabajo

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se llevó a cabo a través de tres fases, que describen el proceso del desarrollo de investigación, y el posterior logro de objetivos. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

3.6.1. Recopilación de información y planeación del trabajo de campo

Se hizo una revisión bibliográfica de la información aportada por la empresa minera CIA Minera Aruntani acerca del tipo de depósito y sus características geológicas, características de la roca y parámetros del macizo rocoso, además del apoyo académico de estudios previos relacionados con la temática de la investigación. Asimismo, se consideró como base teórica el método de explotación a tajo abierto, brocas y barras de perforación.

3.6.1.1. Diseño de mina

El diseño de la mina Santa Rosa es atajo abierto con arranque de mineral por banqueo, el control de calidad se realiza en un muestreo permanente de taladros, lo que da información para la configuración del polígono de extracción, el control de dilución de leyes obliga a trabajar con bancos no mayor a 6 metros, se tomó en cuenta los diferentes principios como es la forma del yacimiento, magnitud, extensión superficial, leyes, etc., en base a esto se diseñó los parámetros de explotación del Pit Como perforación, voladura, transporte, planta de tratamiento.

3.6.1.2. Caracterización del macizo rocoso

El área en estudio se encuentra fuertemente alterada, debido a la condición climatológica, la cual ha afectado las propiedades iniciales de la roca. Para llevar a cabo una caracterización del macizo rocoso, se realizó mapeos geomecánicos en áreas de afloramientos de roca, para poder determinar cualitativamente las características geomecánicas de los sistemas de fracturamiento. El tipo de mapeo geomecánico realizado es el denominado mapeo por celdas o estaciones en el cual se considera los sistemas de fracturamiento más persistentes, a los cuales se les toma su orientación, espaciamiento, apertura, rugosidad, persistencia y meteorización.

Tabla 2*Clasificación Geomecánica*

Estación	COORDENADAS UTM		RMR	Tipo de Roca
	ESTE	NORTE		
E1	373	8 1968	42	III
	453	009		
E2	373	8 1968	59	III
	430	020		
E3	373	8 1968	45	III
	421	000		
E4	373	8 1968	45	III
	438	017		
E5	373	8 1968	46	III
	434	040		

3.6.2. Fase de campo

En esta etapa se realizó la recolección de datos respecto al proceso de minado en la empresa CIA Minera Aruntani, donde se consideró el sistema de explotación, planeamiento del minado, programa de exploración y desarrollo, diseño de mina, método de explotación a tajo abierto, requerimiento de mano de obra, equipos y materiales, instalación y servicios auxiliares, rendimientos, costos de explotación, y planta de tratamiento.

3.6.2.1. Método de explotación a tajo abierto

El método de explotación en la unidad minera Santa Rosa es a cielo abierto (Open Pit) según el diseño del tajo abierto tenemos las siguientes operaciones unitarias:

3.6.2.1.1. Preparación.

En esta fase de preparación se procede a la demarcación topográfica, marcado de puntos a perforar según el diseño de malla seleccionado, al traslado de equipos y herramientas.

Tabla 3*Tabla 2. Batería de equipos utilizados en la preparación minera*

Maquinaria y Equipo	Marca/ Modelo	Und.
Perforadoras DM45E	Ingersoll Rand	3
Cargador Frontal	Caterpillar (992)	2
Cargador Frontal	Caterpillar (980)	1
Excavadora	Caterpillar (345)	1
Excavadora	Hitachi (1800)	1
Motoniveladoras	CHAMPIOS/720°	2
Tractores D8	Caterpillar	3
Camión fabrica		1
Rodillo Vibratorio	YNAPAC/CA2511	1

3.6.2.1.2. Explotación.

La explotación se realiza con la perforación, posteriormente se inicia la voladura, para luego realizar el carguío y acarreo hacia las canchas de almacenamiento.

3.6.2.1.3. Perforación.

Esta actividad consiste en perforar el depósito mineralizado o la zona de desmonte a remover (desbroce) con el fin de descubrir el mineral y con el uso de explosivos romper el material con una granulometría adecuada para los procesos siguientes de la operación, como el carguío del material con equipos específicos para dicha operación, el diseño de la geometría del disparo, es decir el burden, espaciamiento principalmente se determina de acuerdo a las características geomecánicas del macizo rocoso a perforar, esto es determinado por el área de Planeamiento, así como otros parámetros como son el ancho de berma, rampas de acceso, bermas de seguridad entre otros.

La perforación es realizada utilizando perforadoras IR modelo DM45, obteniéndose taladros de diámetro 7 7/8" y de 9.00 m de profundidad, con malla promedio de 5.60 x 6.40 m. Los taladros son cargados con aproximadamente 192 kg de material explosivo, los accesorios de voladura garantizan mayor seguridad y la mejor fragmentación de la roca. La malla empleada depende de la densidad de la roca, densidad del explosivo y la formación del macizo rocoso. Para ello el área de topografía, se encarga de trazar las mallas de perforación, las cuales se ordenan por bancos, polígonos y finalmente proyectos. Actualmente la malla de perforación que se está utilizando es la triangular debido a su eficiencia comprobada en el campo.

Se ha estandarizado la dimensión de la malla de perforación de acuerdo a la dureza del macizo rocoso a perforar como se muestra a continuación:

- Malla 4.8 x 5.5 m - 26.4 m² terreno duro a fracturado
- Malla 5.2 x 6.0 m - 31.2 m² terreno medio
- Malla 5.8 x 6.7 m - 38.9 m² terreno suave

3.6.2.1.4. Voladura.

La voladura que se realiza en la unidad Minera Santa Rosa, usa como iniciador booster, anfo en la columna de carga, para obtener mayor fragmentación se colocan retardos superficiales en las líneas troncales, la eficiencia de voladura es 95% obteniendo una adecuada fragmentación y un 5% requiere voladura secundaria. el amarre es en V, la salida fila por fila.

3.6.2.1.5. Carguío-acarreo.

Para el carguío del mineral roto en el pit, se cuenta con un cargador CAT 950G con una capacidad de cuchara 3.5 metros cúbicos, Excavadora Hitachi EX 450L de 4.5 m³ de capacidad, además se cuenta con 03 tractores CAT D6G para la remoción del mineral y desmonte.

Para el acarreo se dispone de 20 volquetes VOLVO de 30 TM de capacidad que recorren una distancia de 5 Km., desde el Pit hasta la cancha de almacenamiento del mineral y para el desmonte 5.5 Km. del Pit hasta el botadero.

3.6.3. Equipos y maquinarias

La Cia. Minera Aruntani unidad Santa Rosa cuenta con equipos para sus operaciones los cuales son:

1 Perforadora DM 45 E marca Ingersoll Rand.

2 Cargador Frontal Marca CAT 950G

2 Excavadora Hitachi EX 450L

3 Tractores CAT D6G

20 Volquetes marca VOLVO

3.6.4. Instalaciones y servicios auxiliares

Los equipos de servicio son los que se encargan de mantener en buenas condiciones las carreteras, los pisos de la zona de carguío, perfilado de paredes finales del Pit, el ripeo del pad y mantener una buena zona de descarga en los botaderos.

Cia Minera Aruntani Unidad Santa Rosa cuenta con equipos propios para el desarrollo de estos trabajos, siendo estos:

3 Cargador Frontal 320B

2 Retroexcavadora CAT 330B

2 Perforadora Track Drill Marca Ingersoll Rand modelo CM150A.

2 Moto niveladora marca Champion 720A

1 Rodillo compactador CAT CB434

2 Camión Cisterna VOLVO de 5,000 galones

2 Camión de transporte de herramientas, marca VOLVO

Camionetas 4 x 4

Grupos electrógenos 600 Kw.

2 Volquetes Marca VOLVO de 10 m³

3.6.5. Fase posterior al trabajo de campo

En esta fase se realizó la evaluación de los datos recolectados en el trabajo de campo. Es así, que en esta investigación se efectuó un la caracterización y análisis de costos de barras de perforación tanto nacional como importada para poder realizar un estudio comparativo. De esta manera se obtuvo resultados que contribuyeron a la formación posterior de las conclusiones.

3.7. Unidad de análisis

La unidad de análisis son los metros lineales de barras de perforación de origen nacional y origen extranjera que se emplean en la explotación de la Unidad Minera Santa Rosa.

3.8. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

a) Observación: Técnica empleada para la caracterización de los materiales de perforación *in situ*.

- c) Registro de datos de campo: Al tener la muestra seleccionada se toman datos de campo usando fichas de bases de datos.

- d) Análisis de datos: Se realiza el análisis de los datos obtenidos para realizar la evaluación técnico económico de las barras y estabilizadores de perforación de origen nacional y extranjero.

FICHA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Enfoque Cuantitativo

Informe de opinión de expertos del instrumento de investigación

Señor Roberto Juan Gutiérrez Palomino, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación del instrumento de investigación titulado: ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022. En razón a ello, se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones del instrumento de investigación. Agradezco de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información relevante, criterio requerido para toda investigación.

Opinión del experto:


En respuesta a la solicitud del tesista; el instrumento utilizado, que busca medir los tiempos de perforación y rendimiento de los taladros utilizados en la unidad minera Santa Rosa. Cumple los parámetros establecidos por los autores, permite obtener los datos necesarios para demostrar los objetivos de la investigación.

En consecuencia, doy mi aprobación para el uso de las tablas de mapeo y clasificación geomecánica.

Apellidos y nombres del Experto: Roberto Juan Gutiérrez Palomino

Grado Académico Magister

Profesión: Ingeniero de Minas

 Firmado digitalmente por
Mg. Ing. Roberto J.
Gutierrez Palomino

Capítulo IV

Recolección de datos y procedimiento experimental

4.1. Características del equipo de perforación y accesorios

La producción de taladros se realiza mediante la perforadora Drill Master (ingersoll rand) modelo DM 45-E, Montada en orugas, con propulsión independiente 120 HP acoplada a la estrella a través de una caja reductora de engranajes planetarios de 2 etapas.

4.1.1. Medidas estándar de las barras de perforación y estabilizadores en la CIA Minera Aruntani

El costo de una barra de perforación de las características usadas en la mina Aruntani es:

- Barra nacional (Sermagen, Magesa) \$2,500.00
- Barras importadas (Agecomet, Sebayani, Razzo, Ferreyros) \$3,500.00

Características de las barras de Perforación:

- a.- Acero bonificado VCN.
- b.- 30' de largo* 5" 1/2 de diámetro.
- c.- Flat de 4" ½ * 10" de largo.
- d.- Box rosca Beco de 3"1/2 (interior).
- e.- Pin Rosca Beco de 3"1/2 (exterior).
- f.- Angulo de rosca 20° (exterior, interior)

Características de las barras de Perforación:

- a.- Acero bonificado VCN.
- b.- 30' de largo* 5" 1/2 de diámetro.
- c.- Flat de 4" ½ * 10" de largo.
- d.- Box rosca Api de 3"1/2 (interior).
- e.- Pin Rosca Beco de 3"1/2 (exterior).
- f.- Angulo de rosca 20° (exterior, interior)

El costo de un estabilizador de las características usadas en la mina Aruntani es:

- Estabilizador Nacional (Sermagen, Magesa) \$ 850.00
- Estabilizador importadas (Agecomet, Razzo, Ferreyros) \$1,000.00

Características del Estabilizador

- a. Acero bonificado VCN.
- b.- 2' de largo* 6" de diámetro.
- c.- Flat de 4" ½ * 10" de largo.
- d.- Box rosca Beco de 3"1/2 (interior).
- e.- Pin Rosca Beco de 3"1/2 (exterior).
- f.- Barras de acero crompt soldadas de 1" *2' de largo.
- g.- Soldadura de tracción y dureza (citodur 1000).
- h.- Angulo de rosca 20° (exterior, interior)

Características de las Estabilizador 4A

- a.- Acero bonificado VCN.
- b.- 2' de largo* 6" de diámetro.
- c.- Flat de 4" ½ * 10" de largo.
- d.- Box rosca Api de 3"1/2 (interior).
- e.- Pin Rosca Beco de 3"1/2 (exterior).
- f.- Barras de acero cront soldadas de 1" *2' de largo.
- g.- Soldadura de tracción y dureza (citodur 1000).
- h.- Angulo de rosca 20° (exterior, interior).

El costo de un adaptador o acoples usadas en la mina Aruntani es:

- Adaptador Nacional (sermagen, Magesa) \$ 700.00
- Adaptador importadas (agecomet, razzo, ferreyros) \$1000.00

Características de las Adaptador 2

- a.- Acero bonificado VCN.
- b.- 8" de largo* 6" de diámetro.
- c.- Flat de 4" ½ * 10" de largo.
- d.- Box rosca Beco de 3"1/2 (interior).
- e.- Pin Rosca Api de 3"1/2 (exterior).

f.- Soldadura de tracción y dureza (citodur 1000).

g.- Angulo de rosca 20° (exterior, interior)

Características de las Adaptador 2A

a.- Acero bonificado VCN.

b.- 2' de largo* 6" de diámetro.

c.- Flat de 4" ½ * 10" de largo.

d.- Pin rosca Api de 3"1/2 (exterior).

e.- Pin Rosca Beco de 3"1/2 (exterior).

f.- Soldadura de tracción y dureza (citodur 1000).

g.- Angulo de rosca 20° (exterior, interior).

4.1.2. Tecnología de fabricación de las barras de perforación

En la fabricación de las barras y accesorios de perforación se utilizan equipos mecanizados los cuales se detallan a continuación:

Torno paralelo universal.

Torno copiador.

Cepillos horizontales.

Máquinas de soldar.

Prensas.

Equipos de calentamiento (fraguas-sopletes).

Teclees de 5 toneladas.

Herramientas varias.

La fabricación de las barras y accesorios de perforación pasa por diferentes etapas de maquinado desde que ingresa el material a las instalaciones hasta llegar al producto final, estas etapas son:

a. Etapa de corte de barras

En esta primea etapa el material ingresa a los talleres, es colocado y medido según el pedido en la sierra vaivén, y cortado aproximando a la medida de acabado.

b. Etapa de maquinado primario

Una vez que el material ha sido cortado pasa hacia un TORNO UNIVERSAL para ser desbastado, y aproximado a la medida exterior además de realizar la perforación del agujero central para la circulación de agua de las barras de perforación.

c. Etapa de maquinado secundario

Después del maquinado primario el material ya desbastado pasa a otro TORNO COPIADOR para realizar la medida exterior exacta además de realizar el cono central en ambas puntas ya sea interior o exterior, esto para dejar para la etapa de roscado o acabado.

d. Etapa de roscado o acabado

Después de realizado el maquinado secundario se encuentra listo para la etapa más delicada que es la de roscado al cual se realiza en el TORNO COPIADOR programando la máquina para dicha función, se realiza los roscados y se verifica con patrones de prueba, en la cual se determina el punto final del proceso de roscado o acabado.

e. Etapa de cepillado

En esta etapa se coloca el producto en la maquina CEPILLADORA, para realizar los desbastes planos para la sujeción de llaves de ajuste.

f. Etapa de condicionamiento y soldadura

En esta etapa el producto es soldado de acuerdo a la necesidad:

- Si es que fuera estabilizador, se Aplicaría soldadura citodur 1000 en los alerones para evitar el desgaste prematuro.
- Si es que fueran barras se colocaría y aplicaría soldadura en los tubos.

Estos procesos se aplican tanto en la fabricación de barras de perforación y estabilizadores.

4.1.3. Costo de fabricación de las barras

Dentro de los costos de fabricación de barras detallamos los más importante:

4.1.3.1. Adquisición de la materia prima.

En el caso de las barras de perforación el material adquirido tomamos como referencia el costo en kilos de material a razón de \$2.00/Kg, para la fabricación de las barras se usa un aproximado de 150 Kg. Lo que hace:

Tabla 4. Costo de fabricación de las barras

Material \$2.00kg*150kg	\$300.00
Costo del tubo perforado	\$800.00
Total material	\$1,100.00

4.1.3.2. Costo del transporte.

Este costo consiste en traer el material desde los proveedores hacia los talleres de fabricación, se realiza en vehículos acondicionados para ese fin el costo por barra es de \$100.00.

4.1.3.3. Costo de maquinado.

En el costo de maquinado incluye el tiempo que se necesita en la fabricación de una barra de perforación, este se determinó según el cuadro adjunto:

Tabla 5. Tiempo de fabricación

Tempo de fabricación		3 dais de 12 horas
Personal	Maestro tornero	S/ 40.00 día
	Ayudantes	S/ 20.00 día
Maquina	Torno Paralelo	S/ 200.00 día
Total		S/ 260.00 día

Entonces tendremos $s/. 260.00 * 3 \text{ días} = s/. 780.00$

4.1.3.4. Costo de acabado.

El costo de acabado es la parte final del proceso de fabricación de las barras de perforación, se divide en 2 fases y los costos que influyen este proceso son:

4.1.4. Maquinado final.

Tabla 6. Tiempo de fabricación de las barras de perforación

Tempo de fabricación		3 dais de 12 horas
Personal	Maestro tornero	S/ 40.00 día
	Ayudantes	S/ 20.00 día
	Cepillado	S/ 50.00 día
Maquina	Torno Paralelo	S/ 200.00 día
	Cepillo	S/ 50.00 día
Total		S/ 370.00 día

Entonces tendremos $s/. 370.00 * 2 \text{ días} = s/. 740.00$

4.1.4.1. Injertado y soldado

Tabla 7. Tiempo de Injertado y soldado

Tempo de Injertado y soldado		1 día de 12 horas
Personal	Maestro Soldador	S/ 50.00 día
	Ayudante	S/ 20.00 día
Maquina	Máquina de soldar	S/ 100.00 día
	Fragua	S/ 50.00 día
Total		S/ 220.00 día

Entonces tendremos $s/. 220.00 * 1 \text{ días} = s/. 220.00$

Entonces el costo de maquinado y acabado serán en dólares:

Tabla 8. Costo de maquinado y acabado

Costo maquinado	S/ 780.00
Costo acabado	S/ 740.00
Costo injertado	S/ 220.00
Total en soles	S/ 1740.00
Total en dólares	\$ 535.380.00

Entonces el costo total de producción de la barra de perforación será:

Tabla 9. Costo total de producción de la barra de perforación

Costo maquinado total	S/ 535.38
Material	S/ 1100.00
Transporte	S/ 100.00
Personal administrativo y otros	S/ 100.00
Total costo barra de perforación	S/ 1,835.38

4.1.4.2. Costo de venta barra de perforación

Entonces tomando en cuenta la diferencia de precios tenemos:

Si el costo de venta de barra nacional es de \$2500.00

Si el costo de fabricación barra nacional es de \$1835.38

Existirá una utilidad neta de \$ 664.62

4.1.5. Costo de fabricación de los estabilizadores

Dentro de los costos de fabricación de los estabilizadores detallamos los más importantes.

4.1.5.1. Adquisición de la materia prima.

En el caso para la fabricación de los estabilizadores el material que se compra es de \$2.00/Kg, y se usa un aproximado de 150 Kg., lo que hace:

Tabla 10. Costo de fabricación de los estabilizadores

Material \$ 2.000/kg*1000kg	\$ 200.00
Material ejes de ½"	\$ 10.00
Total material	\$ 210.00

4.1.5.2. Costo del transporte.

Este costo consiste en traer el material desde los proveedores hacia los talleres de fabricación, es de \$10.00.

4.1.5.3. Costo de maquinado.

En el costo de maquinado incluye el tiempo que se necesita en la fabricación de un estabilizador, este se determinó según el cuadro adjunto:

Tabla 11. Tiempo de fabricación de estabilizadores

Tempo de fabricación		3 dais de 12 horas
Personal	Maestro tornero	S/ 40.00 día
	Ayudantes	S/ 20.00 día
Maquina	Torno Paralelo	S/ 200.00 día
Total		S/ 260.00 día

Entonces tendremos $s/. 260.00 * 3 \text{ días} = s/. 780.00$

4.1.5.4. Costo de acabado.

El costo de acabado es la parte final del proceso de fabricación de estabilizadores, se divide en 2 fases y los costos que influyen este proceso son:

4.1.5.4.1. Maquinado final.

Tabla 12. Tiempo de maquinado final

Tempo de fabricación		1 días de 12 horas
Personal	Maestro tornero	S/ 50.00 día
	Ayudantes	S/ 20.00 día
	Cepillado	S/ 50.00 día
Maquina	Torno Paralelo	S/ 200.00 día
	Cepillo	S/ 50.00 día
Total		S/ 370.00 día

Entonces tendremos $s/. 370.00 * 1 \text{ días} = s/. 370.00$

4.1.5.4.2. Soldadura de alerones.

Tabla 13. Tiempo de injerto y soldado de alerones

Tempo de Injertado y soldado		1/2 día de 4 horas
Personal	Maestro Soldador	S/ 25.00 día
	Ayudante	S/ 10.00 día
Maquina	Máquina de soldar	S/ 50.00 día
	Fragua	S/ 50.00 día
Total		S/ 85.00 día

Entonces tendremos $s/. 85.00 * 1/2 \text{ día}$.

Entonces el costo de maquinado y acabado serán en dólares:

Tabla 14. Costo de maquinado y acabado

Costo maquinado	S/ 780.00
Costo acabado	S/ 370.00
Costo soldado en alerones	S/ 85.00
Total en soles	S/ 1235.00
Total en dólares	\$ 380.00

Entonces el costo total de producción del estabilizador será:

Tabla 15. Costo total de producción del estabilizador

Costo maquinado total	S/ 380.00
Material	S/ 210.00
Transporte	S/ 10.00
Personal administrativo y otros	S/ 50.00
Total costo barra del estabilizador	S/ 650.00

4.1.6. Rendimientos

Se manejan los siguientes rendimientos:

Perforación: 3 taladros / hora

Voladura: Factor de carga 0.72 Kg/m³

Factor de Potencia 0.38 TM/m³

Carguío Ciclo de carga 45 seg.

Transporte: Distancia 5 Km.

Velocidad 25 Km. / hora

40 minutos / ciclo

4.1.7. Costo de explotación

El costo de explotación en la Unidad Minera Santa Rosa es:

Tabla 16. Costo de explotación de la Unidad Minera Santa Rosa

COSTO DE PRODUCCIÓN:	US \$ / TM
Costo de capital	0.80
Costo de minado	1.30
Costo de tratamiento	2.60
Gastos administrativos	1.30
TOTAL \$ / TM	6.00

4.1.8. Prueba de Hipótesis

Prueba de normalidad de la variable Evaluación Técnica – Económica de barras de perforación Nacional e Importada.

H0: La distribución de la variable Evaluación Técnica – Económica de barras de perforación Nacional e Importada no difiere de la distribución normal.

H0: $p \geq 0,050$

H1: La distribución de la variable Evaluación Técnica – Económica de barras de perforación Nacional e Importada difiere de la distribución normal.

H1: $p < 0,050$

Tabla 17. Prueba de normalidad de la variable Evaluación Técnica – Económica de barras de perforación Nacional e Importada

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Eval Tec. - Eco Importada	0,312	5	0,126
Eval Tec. – Eco Nacional	0,299	5	0,164

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como el nivel de significancia asintótica bilateral obtenido (0,126 y 0,164) es mayor al nivel de significación ($\alpha=0,050$) entonces se acepta H_0 , es decir se acepta que: La distribución de la variable Evaluación Técnica – Económica de barras de perforación Nacional e Importada no difiere de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica en la comprobación de la hipótesis.

Prueba de hipótesis Hipótesis de investigación:

El estudio técnico-económico para el uso de barras de perforación nacionales e importadas influye significativamente en CIA Minera Aruntani-unidad Santa Rosa, 2022.

Paso 1:

$H_0: Me_1 = Me_2$ (Si el p-valor $\geq 0,050$)

$H_1: Me_1 \neq Me_2$ (Si el p-valor $< 0,050$)

Paso 2: $\alpha = 0,05$

Paso 3: Prueba T para muestras relacionadas, ya que los datos provienen de una distribución normal.

Paso 4: Regla de decisión (Se rechaza H_0 si el p -valor $< 0,050$)

Tabla 18. Prueba de Hipotesis

Diferencias relacionadas Eval Tec Econ Importada VS Nacional					t	gl	Sig. (al)
Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
			Inferior	Superior			
540,00000	597,28553	267,11421	-201,62793	1281,62793	2,022	4	0,113

Fuente: Elaboración propia

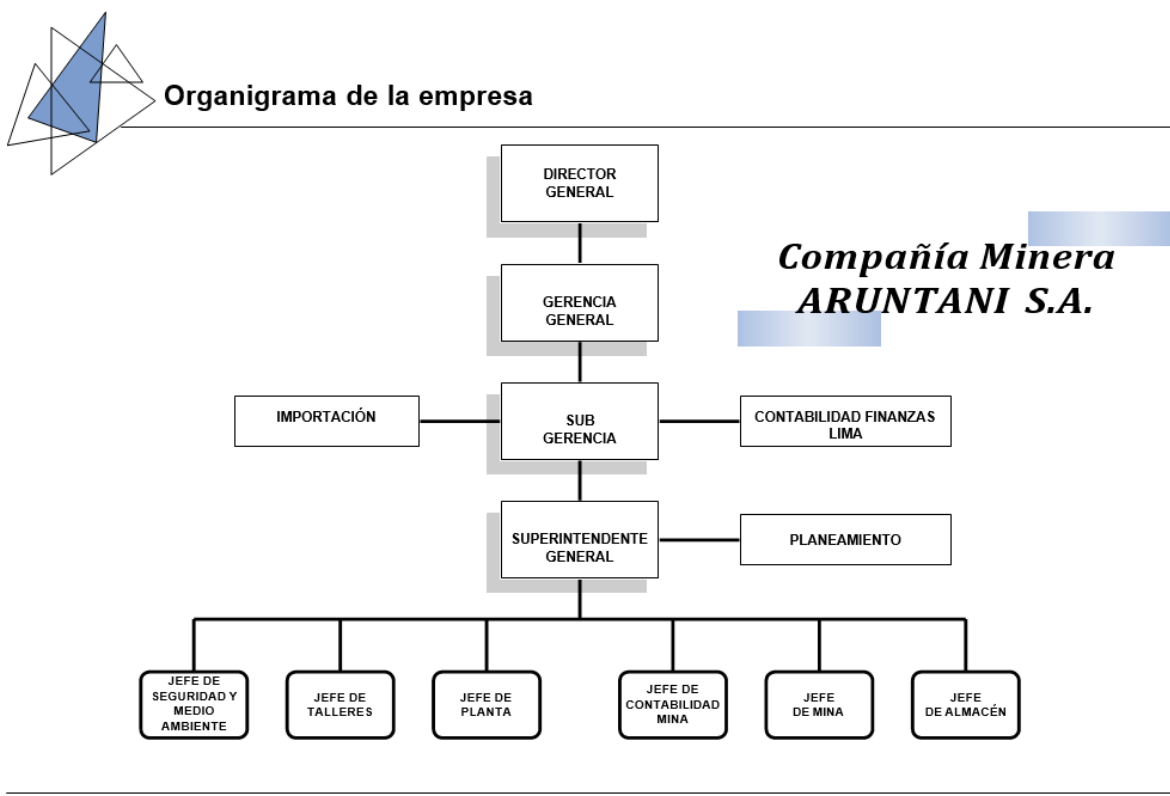
Paso 5: Conclusión

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: La comparación en precios (\$2500) y vida económica (10000 metros) de las barras de perforación nacional y las barras importadas (\$3500) y vida económica de (8000 metros), tiene como consecuencia el uso de barras y estabilizadores nacionales, que tienen mejor calidad y cumple con las especificaciones en el trabajo en CIA Minera Aruntani.

Capítulo V

5.1. Generalidades

Teniendo en cuenta, la importancia económica en la adquisición de barras de perforación y sus accesorias realizamos un análisis de costos de barras de perforación tanto nacional como importada para poder realizar un estudio comparativo, por medio de la participación in situ de toma de datos como rendimientos, tiempos contributorios, tiempos no contributorios de las actividades de engloban al desarrollo de perforación.



Estudio Técnico Economico Barras de Perforación Nacional e Importada

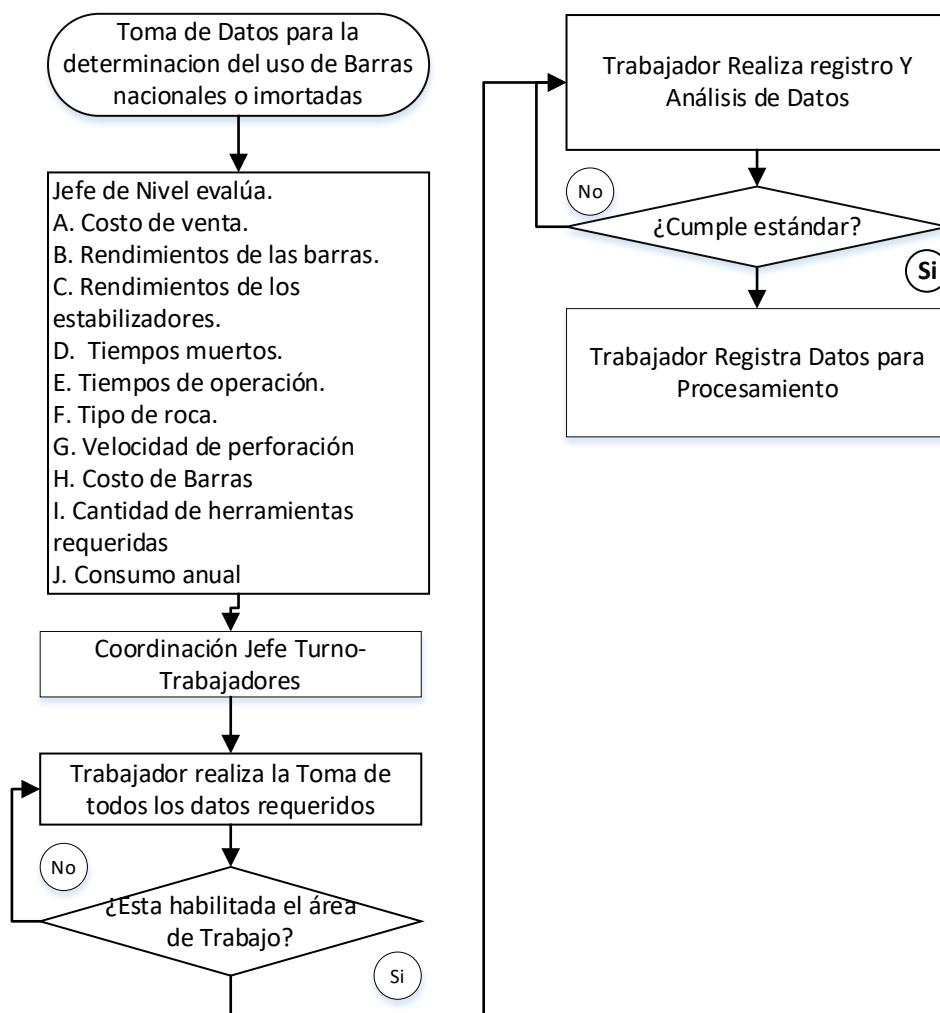


Tabla 19. Cuadrilla para la toma de datos

N°	Nombres	Actividad	Labor	Fecha
01	Iván Barrientos Tambrá	Toma de datos	UM Santa Rosa	11 /01 al 11/02 2022
02	Carlos Carbajal Arones	Toma de datos	UM Santa Rosa	11 /01 al 11/02 2022
03	Ángel Acevedo Gamarra	Toma de datos	UM Santa Rosa	11 /01 al 11/02 2022

5.2. Costo de venta.

Realizando la comparación de precios de venta y precios de fabricación tenemos:

Si el costo de venta de un estabilizador nacional es de	\$850.00
Si el costo de fabricación de un estabilizador nacional es de	\$650.00
Existirá una utilidad neta de	\$ 200.00

5.3. Rendimientos de las barras de perforación y estabilizadores

En esta parte estudiaremos los tiempos estándar promedio de perforación:

5.3.1. Tiempo Muerto (TM).

Tabla 20. Tiempo muerto

Cambio de Guardia	00h. 12'
Calentamiento de maquina	00h. 07'
Chequeo de maquina	00h. 09'
Refrigerio	00h. 30'
Recambio de posición taladro	00h, 03'
Abastecimiento de agua	00h, 07'
Abastecimiento de petróleo	00h,15'
Total	01h, 23'

5.3.2. Otros Tiempos Muertos (O.T.M).

Tabla 21. Otros tiempos muertos

Cambio de Barreno	00h, 40'
Cambio de estabilizador	00h, 10'
Cambio de broca	00h, 10'
Total	01h, 00'

Existen otros tiempos muertos como mantenimientos programados, reparaciones eléctricas y otro tipo de reparaciones que suelen presentarse estos reducen la eficacia de la producción.

5.3.3. Tiempo de Operación (T.O).

Profundidad de taladro: 10'

Tiempo de perforación promedio: 17' 30"

Número de taladros por guardia; considerando 10h como promedio

$$\frac{10h}{gdia} * \frac{ltaladro}{17'30} = 35 \text{ taladros/gdia}$$

Cantidad en metro perforado por guardia (rendimiento).

$$35 \frac{taladros}{gdia} * \frac{9m}{taladro} = \frac{315m}{gdia}$$

$$\frac{35m}{gdia} * \frac{9gdia}{dia} = \frac{630m}{gdia}$$

Tenemos como vida económica de la barra de perforación en roca dura de 10,000 metros, entonces tenemos que una barra de perforación nos dura: $10,000 \text{ metros} / 560 \text{ metros/día} = 15.87$ días = 16 días.

Rendimiento por hora de perforación:

$$35 \frac{\text{taladros}}{\text{gdia}} * \frac{1 \text{gdia}}{10 \text{h}} = \frac{3.5 \text{taladros}}{\text{h}}$$

$$1 \text{ taladro} = 9 \text{ metros}$$

$$\frac{3.5 \text{taladros}}{\text{h}} * \frac{9 \text{m}}{\text{taladro}} = 31.5 \text{ m/h}$$

5.4. Perforación de mineral y desmonte

El ciclo de la operación empieza con la perforación de los taladros para la voladura, para lo cual se emplean la DM45E Ingersoll Rand con brocas tricónicas de 63/4", con una profundidad de 9 m más 0.50 de sobre perforación que garantiza un excelente trabajo de piso.

Las mallas varían de acuerdo al tipo de roca / alteración y/o a la calidad del material, la velocidad de penetración es 31.5m/ hora.

En las áreas de desmonte las mallas son más espaciadas y van de 7 m. x 8 m.

Mientras que en las áreas de mineral la malla es de 5 m x 6 m promedio, de acuerdo a su naturaleza son transportados hacia los Pads de acumulación o hacia los botaderos.

5.5. Aspectos generales considerados para el estudio

Dentro de los aspectos generales que se consideró fueron las características del mineral y desmonte, presión de aire, agua y empuje de la máquina perforadora.

5.5.1. Características del mineral y desmonte.

La característica principal del mineral en la unidad minera Santa Rosa es la dureza que varía de duro, semiduro, suave además de que es fracturado, a lo cual después de la voladura este ya no necesita de chancado pues la granulometría del mineral es la adecuada para el proceso de Lixiviación, por eso el diseño de malla de 5 metros x 6 metros en la cual es transportado directamente.

Mientras que en el desmonte ocurre algo similar es por eso que se amplían los parámetros de voladura de 7 metros x 8 metros.

5.5.1.1. Presión de aire, presión de empuje

La presión de empuje (Pull-Down) es un parámetro importante en la perforación pues la que le da el empuje necesario para que la broca pueda hacer contacto parejo con el suelo, además de tener en consideración la presión del aire que actúa como refrigerante y para la limpieza del taladro.

Tabla 22. Presión de empuje

Presión de empuje		
Roca dura	Roca semidura	Roca suave
45,000 libras	33,000 libras	28,000 libras
43,000 libras	36,000 libras	29,000 libras
41,000 libras	36,000 libras	31,000 libras
47,000 libras	35,000 libras	31,000 libras
44,000 libras	34,000 libras	28,000 libras
47,000 libras	36,000 libras	31,000 libras
42,000 libras	37,000 libras	31,000 libras
45,000 libras	32,000 libras	30,000 libras
47,000 libras	36,000 libras	32,000 libras
43,000 libras	35,000 libras	29,000 libras
47,000 libras	35,000 libras	30,000 libras
46,000 libras	35,000 libras	31,000 libras
48,000 libras	37,000 libras	28,000 libras
45,000 libras	34,000 libras	31,000 libras
46,000 libras	34,000 libras	30,000 libras
43,000 libras	35,000 libras	30,000 libras
47,000 libras	36,000 libras	30,000 libras
44,000 libras	37,000 libras	30,000 libras
45,000 libras	33,000 libras	30,000 libras
47,000 libras	36,000 libras	30,000 libras
44,000 libras	33,000 libras	30,000 libras
44,000 libras	35,000 libras	30,000 libras

}

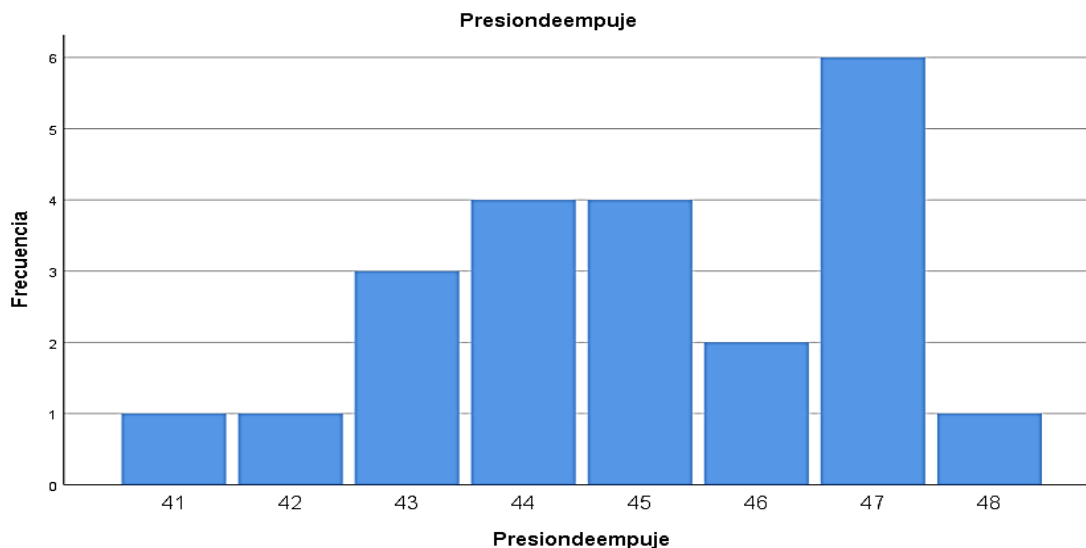
Estadísticos

Presión de empuje

N	Válido	22
	Perdidos	0
Media		45,00
Mediana		45,00
Moda		47
Desv. Desviación		1,902
Varianza		3,619
Mínimo		41
Máximo		48
Suma		990

Presión de empuje

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	41	1	4,5	4,5	4,5
	42	1	4,5	4,5	9,1
	43	3	13,6	13,6	22,7
	44	4	18,2	18,2	40,9
	45	4	18,2	18,2	59,1
	46	2	9,1	9,1	68,2
	47	6	27,3	27,3	95,5
	48	1	4,5	4,5	100,0
	Total	22	100,0	100,0	



De los datos estadísticos se puede apreciar que con respecto a la presión de empuje que presenta la labor esta se encuentra con un promedio de 45,000 libras, considerando una presión de empuje superior en 48,000 libras y un valor mínimo de 41,000 libras correspondiente a el tipo de roca dura.

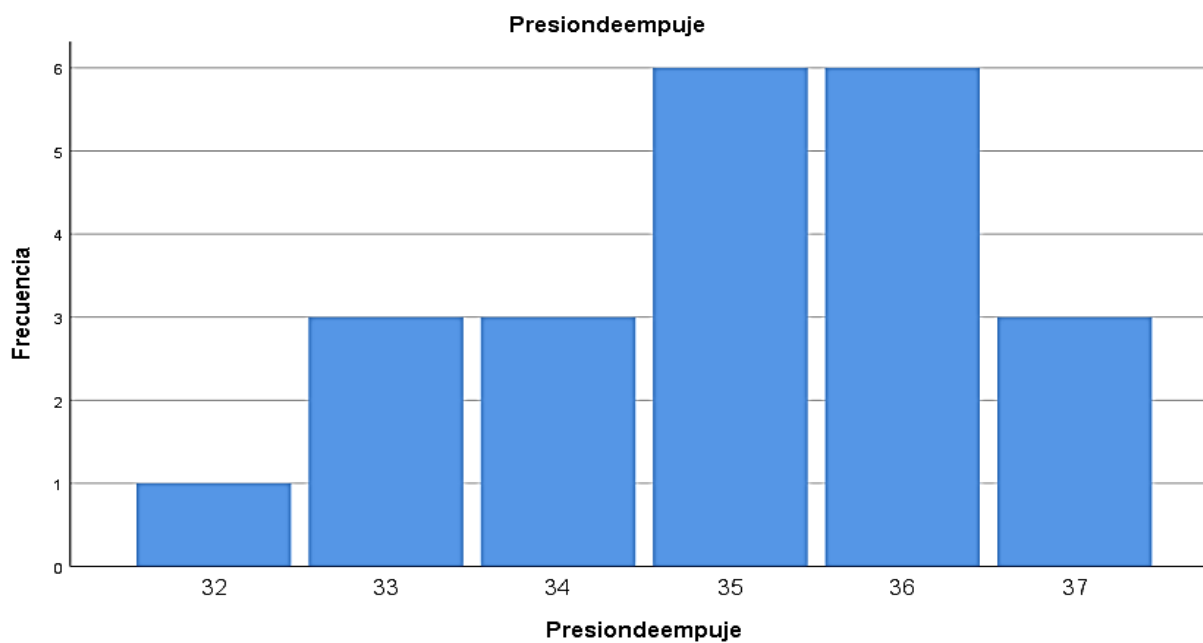
Estadísticos

Presión de empuje

N	Válido	22
	Perdidos	0
Media		35,00
Mediana		35,50
Moda		35 ^a
Desv. Desviación		3,152
Varianza		9,933
Mínimo		32
Máximo		37
Suma		795

Presión de empuje

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	32	1	4,5	4,5	4,5
	33	3	13,6	13,6	18,2
	34	3	13,6	13,6	31,8
	35	6	27,3	27,3	59,1
	36	6	27,3	27,3	86,4
	37	3	13,6	13,6	100,0
	Total	22	100,0	100,0	



De los datos estadísticos se puede apreciar que con respecto a la presión de empuje que presenta la labor esta se encuentra con un promedio de 35,000 libras, considerando una presión de empuje superior en 37,000 libras y un valor mínimo de 32,000 libras correspondiente a el tipo de roca dura.

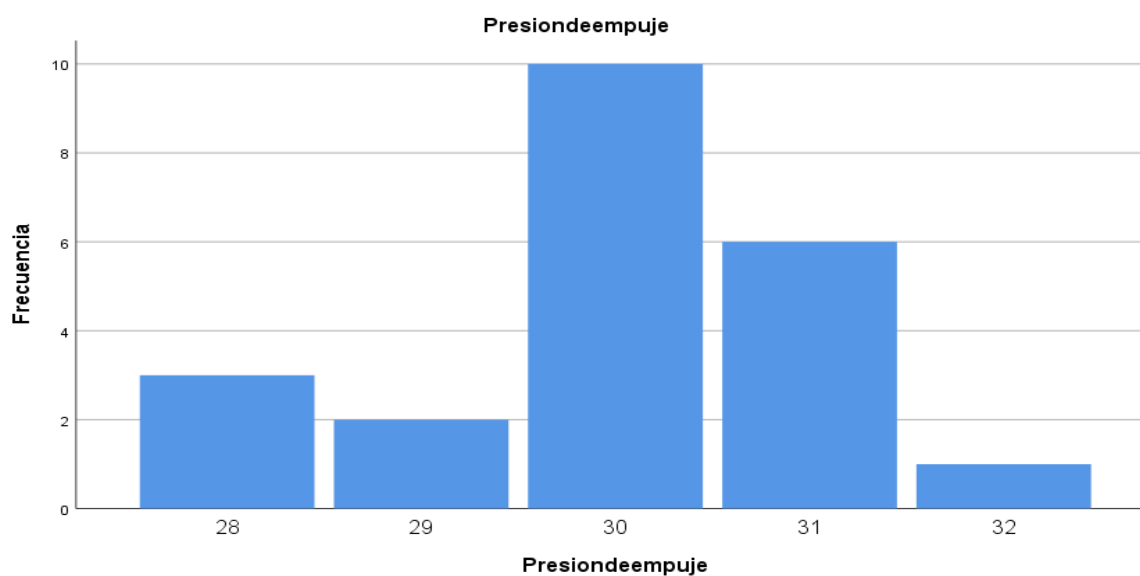
Estadísticos

Presión de empuje

N	Válido	22
	Perdidos	0
Media		30,00
Mediana		30,00
Moda		30
Suma		660

Presión de empuje

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	28	3	13,6	13,6	13,6
	29	2	9,1	9,1	22,7
	30	10	45,5	45,5	68,2
	31	6	27,3	27,3	95,5
	32	1	4,5	4,5	100,0
Total		22	100,0	100,0	



De los datos estadísticos se puede apreciar que con respecto a la presión de empuje que presenta la labor esta se encuentra con un promedio de 30,000 libras, considerando una presión

Tabla 24. Presión de aire, presión de empuje

	Roca dura	Roca semidura	Roca suave
Presión de empuje	45,000 libras	35,000 libras	30,000 Libras
Presión de aire	25 Bares	20 Bares	20 Bares

5.6. Estudio de tiempos de perforación

Se tomó los siguientes tiempos en la perforación de taladros:

Tabla 25. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 02-02-2022)

N° TALADRO	TIEMPO DE PERFORACION
1	17' 28"
2	17' 28"
3	17' 25"
4	17' 29"
5	17' 26"
6	17' 26"
7	17' 32"
8	17' 28"
9	17' 24"
10	17' 31''''
11	17' 24"
12	17' 29"
13	17' 24"

14	17' 28"
15	17' 27"
16	17' 29"
17	17' 29"
18	17' 31"
19	17' 29"
20	17' 30"
21	17' 31"
22	17' 29"
23	17' 31"
24	17' 34"
25	17' 29"
26	17' 28"
27	17' 34"
28	17' 31"
29	17' 31"
30	17' 34"
31	17' 33"
32	17' 31"
33	17' 29"
34	17' 29"
35	17' 31"

Total promedio	17' 29"
----------------	---------

Tabla 26. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 03-02-2022)

N° TALADRO	TIEMPO DE PERFORACION
1	17' 38"
2	17' 32"
3	17' 35"
4	17' 29"
5	17' 29"
6	17' 29"
7	17' 32"
8	17' 28"
9	17' 31"
10	17' 31""
11	17' 28"
12	17' 29"
13	17' 27"
14	17' 28"
15	17' 27"
16	17' 29"
17	17' 32"
18	17' 31"

19	17' 29"
20	17' 30"
21	17' 31"
22	17' 29"
23	17' 31"
24	17' 32"
25	17' 29"
26	17' 29"
27	17' 34"
28	17' 31"
29	17' 30"
30	17' 34"
31	17' 30"
32	17' 31"
33	17' 29"
34	17' 30"
35	17' 31"
Total promedio	17' 30"

Tabla 27. Tajo Santa Rosa Nivel 32 (Fecha: 04-02-2022)

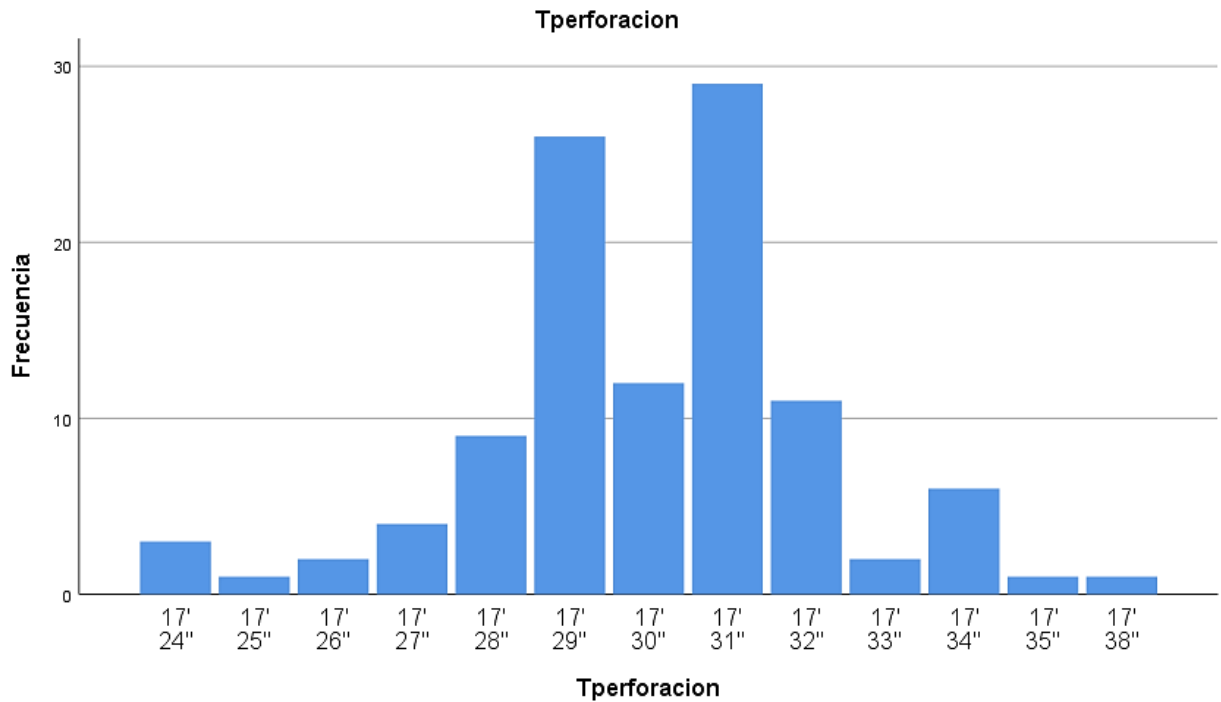
N° TALADRO	TIEMPO DE PERFORACION
1	17' 31"

2	17' 33"
3	17' 32"
4	17' 31"
5	17' 29"
6	17' 29"
7	17' 32"
8	17' 30"
9	17' 31"
10	17' 31"
11	17' 31"
12	17' 29"
13	17' 30"
14	17' 28"
15	17' 27"
16	17' 32"
17	17' 32"
18	17' 31"
19	17' 29"
20	17' 30"
21	17' 31"
22	17' 29"
23	17' 31"
24	17' 32"

25	17' 31"
26	17' 29"
27	17' 34"
28	17' 31"
29	17' 30"
30	17' 31"
31	17' 30"
32	17' 32"
33	17' 29"
34	17' 31"
35	17' 31"
Total promedio	17' 30"

Tiempo de Perforación

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	17' 24"	3	2,8	2,8	2,8
	17' 25"	1	,9	,9	3,7
	17' 26"	2	1,9	1,9	5,6
	17' 27"	4	3,7	3,7	9,3
	17' 28"	9	8,4	8,4	17,8
	17' 29"	26	24,3	24,3	42,1
	17' 30"	12	11,2	11,2	53,3
	17' 31"	29	27,1	27,1	80,4
	17' 32"	11	10,3	10,3	90,7
	17' 33"	2	1,9	1,9	92,5
	17' 34"	6	5,6	5,6	98,1
	17' 35"	1	,9	,9	99,1
	17' 38"	1	,9	,9	100,0
	Total	107	100,0	100,0	



Entonces el promedio de tiempos efectivos de perforación es de 17' 31"

5.7. Velocidad de perforación.

Teniendo en cuenta el tiempo promedio podemos deducir la velocidad de perforación por taladro:

$$35 \frac{\text{taladros}}{\text{gdia}} * \frac{1 \text{gdia}}{10 \text{h}} = \frac{3.5 \text{taladros}}{\text{h}}$$

$$1 \text{ taladro} = 9 \text{ metros}$$

$$\frac{3.5 \text{taladros}}{\text{h}} * \frac{9 \text{m}}{\text{taladro}} = 31.5 \text{ m/h}$$

5.8. Tiempo en cambio de barra, broca y estabilizador.

Se considera los tiempos de cambio de Broca, Barreno, Estabilizador como tiempos muertos:

Tabla 28. Tiempo en cambio de barra, broca y estabilizador

Operación	Tiempo
Cambio de Barreno	00h. 35 min.
Cambio de Estabilizador	00h. 10 min.
Cambio de Broca	00h. 15 min
Total	1h. 00 min.

5.9. Análisis de costos de perforación

Realizando un análisis de costo de perforación tenemos:

Mano de Obra = \$ 2.50

Accesorios de perforación = \$ 9.00

Equipo de perforación = \$8.00

Implementos de seguridad = \$ 3.39

Total = \$22.39

El costo de perforación es de \$ 22.39 / metro

5.10. Estudio económico de las barras y estabilizadores nacionales e importados

5.10.1. Barra de perforación nacional

Una barra de perforación Nacional usado en la perforación de taladros en la Mina Aruntani tiene una vida económica de 10,000 metros como promedio entonces tenemos:

$$10,000 \frac{1g\text{dia}}{280m} * \frac{1g\text{dia}}{2g\text{dia}} = 17.86 \cong 17 \text{ dias}$$

Entonces una barra de perforación tendrá una duración de 17 días a lo cual se realizará el cambio respectivo.

5.10.2. Barra de perforación importado

Una barra de perforación importada usado en la perforación en la mina Aruntani tiene una vida económica de 8,000 metros perforados, como promedio entonces tenemos:

$$8,000 \frac{1g\text{dia}}{280m} * \frac{1g\text{dia}}{2g\text{dia}} = 14.28 \cong 14 \text{ dias}$$

Entonces una barra de perforación tendrá una duración de 14 días pudiendo muchas veces ser cambiada y no cumplir con su vida económica.

Tabla 29. Vida económica de las barras importada y nacional

BARRAS	VIDA ECONOMICA	COSTO
BARRA DE PERFORACION IMPORTADA	8000 metros	\$3500
BARRA DE PERFORACION NACIONAL	10000 metros	\$2500
DIFERENCIA	2000 metros	\$1000

5.10.3. Estabilizador y accesorios

Un estabilizador Nacional utilizado en la Mina Aruntani tiene una vida económica de 3000 metros perforados como promedio entonces tenemos:

$$3,000 \frac{1\text{dia}}{280\text{m}} * \frac{1\text{dia}}{2\text{dia}} = 5.36 \cong 5 \text{ dias}$$

Entonces un estabilizador nacional tendrá una duración de 5 días a lo cual se realizará el cambio respectivo.

5.10.4. Accesorios y estabilizadores importados

Un estabilizador importad tiene una vida económica de 2000 metros perforados, como promedio entonces tenemos:

$$2,000 \frac{1\text{dia}}{315\text{m}} * \frac{1\text{dia}}{2\text{dia}} = 3.17 \cong 3 \text{ dias}$$

Entonces un estabilizador importado tendrá una duración de 3 días pudiendo muchas veces ser cambiada y no cumplir con su vida económica.

Tabla 30. Vida económica de los estabilizadores importado y nacional

ESTABILIZADOR	VIDA ECONOMICA	COSTO
estabilizador importado	2,000 metros	\$1000
estabilizador nacional	3,000 metros	\$ 850
DIFERENCIA	1,000 metros	\$ 150

5.10.5. Selección del tipo de barra y estabilizador

Para poder seleccionar el tipo de barra y estabilizadores a usarse durante la perforación realizaremos un análisis económico tomando en cuenta la vida Económica y el Precio de venta de los productos.

Tabla 31. Vida económica y precio de barra de perforación nacional e importada

PRODUCTO	VIDA ECONOMICA	PRECIO
Barra de perforación nacional	10,000 metros	\$ 2500
Barra de perforación importada	8,000metros	\$ 3500
Diferencia 1	2,000 metros	\$ 1000
Estabilizador nacional	3,000 metros	\$ 850
Estabilizador importado	2,000 metros	\$ 1000
Diferencia 2	1,000 metros	\$ 150

Del análisis realizado tenemos:

- *La vida económica de las barras de perforación y estabilizadores nacionales es mayor frente a las barras importadas.*
- *En el costo de compra también existe una diferencia a favor entre las barras de perforación y estabilizadores nacionales e importadas*

5.10.6. Optimización de la perforación

Los componentes del equipo de perforación primaria a más de la perforadora constan de barra de perforación, estabilizador y broca tricónica; La propuesta de trabajar con barras nacionales frente a las barras importadas tienen incidencia en los costos de operación además de alargar la vida económica este costo resulta de la siguiente manera:

5.10.6.1. Primera opción.

Perforación con accesorios nacionales

Tabla 32. Accesorios nacionales

Artículo	Vida económica	Costo
Barra 30'	10000 metros	\$2500
Estabilizador	3000 metros	\$ 850
Adaptador	4000 metros	\$ 450
Broca	2560 metros	\$ 500
	Total	\$4300

5.10.6.2.Segunda Opción.

Perforación con accesorios importados

Tabla 33. Accesorios importados

Artículo	Vida económica	Costo
Barra 30'	8000 metros	\$3500
Estabilizador	2000 metros	\$1000
Adaptador	4000 metros	\$ 650
Broca	2560 metros	\$ 500
	Total	\$5650

Entonces podemos optar por la primera opción puesto nos da más vida económica y menor precio de compra.

Cuadro de Resumen.

Tabla 34. Barras de perforación

BARRAS	VIDA ECONOMICA	COSTO
barra de perforación importada	8000 metros	\$3500
barra de perforación nacional	10000 metros	\$2500
DIFERENCIA	2000 metros	\$1000

Tabla 35. Estabilizador

ESTABILIZADOR	VIDA ECONOMICA	COSTO
estabilizador importado	2000 metros	\$1000
estabilizador nacional	3000 metros	\$850
DIFERENCIA	1000 metros	\$150

Tabla 36. Vida útil de barras de perforación

BARRA	MODELO	TIEMPO DE VIDA (MINERAL)	TIEMPO DE VIDA (DESMONTE)
Nacional N° 015	S-12	4,000	6,000
Nacional N° 019	S-12	5,500	4,000
Importada N° 42	Ferreyros R45	3,500	4,000
Importada N° 55	Agecomet AV 12	4,500	3,500

Tabla 37. Vida útil estabilizadores

ESTABILIZADOR	MODELO	TIEMPO DE VIDA (MINERAL)	TIEMPO DE VIDA (DESMONTE)
Nacional N° 015	E-1	2,000	1,200
Nacional N° 019	E-1	1,500	1,350
Importada N° 42	Ferreyros	1,200	820
Importada N° 55	Agecomet	950	1,000

5.10.7. Cantidad de barras y estabilizadores requeridos por mes

El consumo de barras y estabilizadores está en relación en la producción de mineral aurífero.

La relación desmonte mineral que se da en la mina es de 3:1, por lo que la cantidad de material a extraerse por mes es:

Mineral = 300,000 TM

Desmonte = 1200,000 TM

Total 1500,000 TM

La cantidad de taladros a perforarse para esta producción es:

Mineral:

Malla = 5 x 6 m.

Densidad = 2.7 TM/m³

Longitud efectiva de producción taladro = 6.0 m.

$$\text{Tonelaje / Taladro} = 5\text{m} \times 6\text{m} \times 6.0\text{m} \times 2.7 \text{ TM/m}^3 = 486 \text{ TM}$$

$$\text{Cantidad de taladros} = \frac{300,000\text{TM}}{486\text{TM}} = 617\text{taladros}$$

Total metros perforados en mineral

$$617 \times 8.0\text{m} = 4,936 \text{ m}$$

Desmante.

Malla 7 x 8m

Densidad 2.4 TM/m³

$$\text{Tonelaje por taladro} = 7 \times 8 \times 6.0 \times 2.4 = 806.4 \text{ TM}$$

$$\text{Cantidad de taladros} = \frac{900,000\text{TM}}{806.4} = 1,116$$

Total de metros perforados en desmante.

$$= 1,116 \times 8 \text{ m.} = 8,928 \text{ m.}$$

Total metros perforados en mineral y desmante.

$$= 4,936 + 8,928 = 13,864 \text{ m.}$$

5.10.7.1. Número de barras requeridas.

Barra importada:

Vida económica = 8,000 m.

$$\text{N}^\circ \text{ de barras} = \frac{13,864}{8,000} = 1.73 \cong 2$$

Barra Nacional:

Vida económica = 10,000 m.

$$\text{N}^\circ \text{ de barras nacionales} = \frac{13,864}{10,000} = 1.38 \cong 1$$

5.10.7.2. Número de estabilizadores requeridos.

Estabilizadores Importados.

Vida económica = 2,000 m.

$$\text{N}^\circ \text{ de estabilizador importados} = \frac{13,864}{2,000} = 6.93 = 7$$

Estabilizador Nacional:

Vida económica = 3,000 m.

$$\text{N}^\circ \text{ de estabilizador Nacional} = \frac{13,864}{3,000} = 4.62 = 5$$

5.10.8. Costo total de barras y estabilizadores

Barras Importadas = 2 x \$ 3,500 = \$ 7,000

Barras Nacionales = 1 x \$ 2,500 = \$ 2,500

Por concepto de barra y estabilizador el costo resulta 0.13 \$ / TM cuando son accesorios importados.

Para el caso propuesto el costo será:

\$ 14,000 ————— 0.13 \$ /TM

6,750 ————— X

$$x = \frac{6,750 \times 0.13}{14,000} = 0.06\$ / TM$$

El consumo anual de barras y estabilizadores será:

Tabla 38. Consumo anual de barras y estabilizadores

TRIMESTRAL	I	II	III	IV	TOTAL \$
Barras importadas	6	6	6	6	24
Estabilizadores	21	21	21	21	84
Costo Total \$	42,000	42,000	42,000	42,000	168,000
Barras nacional	3	3	3	3	12
Estabilizador Nacional	15	15	15	15	60
Costo Total \$	20,250	20,250	20,250	20,250	81,000
Diferencia	21,750	21,750	21,750	21,750	87,000

Nota:

Accesorios Importados:

Barras: 6 x \$ 3,500 = \$ 21,000

Estabilizador: 21 x \$ 1,000 = \$ 21,000

TOTAL \$ 42,000

Accesorios Nacionales:

Barras: 3 x \$ 2,500 = \$ 7,500

Estabilizador: 15 x \$ 850 = \$ 12,750

TOTAL \$ 20,250

Estabilizadores:

Estabilizador Importados = 7 x \$ 1,000 = \$ 7,000

Estabilizador Nacional = 5 x \$ 850 = \$ 4,250

Tabla 39. Resumen de accesorios de perforación (barras y estabilizadores)

	Costo total US \$
Barras Importadas	7,000
Estabilizadores Importados	7,000
	14,000
Barras Nacionales	2,500
Estabilizadores Nacionales	4,250
	6,750

5.10.9. Análisis del costo de minado

Actualmente el costo de minado es de US\$ 1.30 \$/TM y está conformado por los siguientes costos:

Tabla 40. Costo de minado

	US\$ /TM
Perforación	0.32
Voladura	0.20
Carguío	0.23
Acarreo	0.25
Total	1.30

A su vez el costo de perforación se subdivide en:

Tabla 41. Costo actual y costo propuesto

	Costo Actual US \$ /TM	Costo Propuesto US \$ / TM
Equipo de Perforación	0.10	0.10
Broca Tricónica	0.09	0.09
Barra	0.08	0.06
Estabilizador	0.05	0.06
	0.32	0.25
DIFERENCIA		0.70 \$ / TM

El cambio de barras y estabilizadores de importadas a nacionales, presenta un ahorro 0.07 \$/TM y en el costo general, baja de 6 \$/TM a 5.93 \$/TM. Con estos costos se ha preparado los cuadros de ganancias y pérdidas y el flujo de caja correspondiente, obteniéndose un ahorro trimestral de \$ 37,800 y \$ 151,200 anuales, por lo que se justifica económicamente el cambio propuesto.

Tabla 42. Estado de ganancias y pérdidas

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS						
TRIMESTRE	0	1	2	3	4	TOTAL
Valor mineral/TM = 27.00\$/TM						
Costo de producción = 6\$/TM						
Producción TMS		900,000	900,000	900,000	900,000	3,600,000
Valor de la producción		24,300,000	24,300,000	24,300,000	24,300,000	97,200,000
Costo producción total		5,400,000	5,400,000	5,400,000	5,400,000	21,600,000
UTILIDAD BRUTA		18,900,000	18,900,000	18,900,000	18,900,000	75,600,000
Impuestos (40%)		7,560,000	7,560,000	7,560,000	7,560,000	30,240,000
UTILIDAD NETA		11,340,000	11,340,000	11,340,000	11,340,000	45,360,000

Tabla 43. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
FUENTES	0	1	2	3	4	TOTAL
Utilidad neta		11,340,000	11,340,000	11,340,000	11,340,000	45,360,000
Total fuentes		11,340,000	11,340,000	11,340,000	11,340,000	45,360,000
USOS						
Amortizaciones de deuda		2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000	10,000,000
Total usos		2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000	10,000,000
FLUJO NETO (A)		8,840,000	8,840,000	8,840,000	8,840,000	35,360,000

Tabla 44. Estado de ganancias y pérdidas

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS						
TRIMESTRE	0	1	2	3	4	TOTAL
Valor miner./TM = 27\$/TM						
Costo de prod. 5.93 \$/TM						
Producción TMS		900,000	900,000	900,000	900,000	3,600,000
Valor de la producción		24,300,000	24,300,000	24,300,000	24,300,000	97,200,000
Costo total producción		5,337,000	5,337,000	5,337,000	5,337,000	21,348,000
UTILIDAD BRUTA		18,963,000	18,963,000	18,963,000	18,963,000	75,852,000
Impuestos (40%)		7,585,200	7,585,200	7,585,200	7,585,200	30,340,800
UTILIDAD NETA		11,377,800	11,377,800	11,377,800	11,377,800	45,511,200

Tabla 45. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
	0	1	2	3	4	TOTAL
FUENTES						
Utilidad neta		11,377,800	11,377,800	11,377,800	11,377,800	45,511,200
Total fuentes		11,377,800	11,377,800	11,377,800	11,377,800	45,511,200
USOS						
Amortizaciones de deuda		2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000	10,000,000
Total usos		2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000	10,000,000
FLUJO NETO (B)		8,877,800	8,877,800	8,877,800	8,877,800	35,511,200
Diferencia flujo neto (B-A)		37,800	37,800	37,800	37,800	151,200

Conclusiones

1) Podemos concluir en que CIA. Minera Aruntani unidad Santa Rosa esta con reservas en un 75% agotadas, en cambio la unidad Tucari tiene reservas cubicadas por 60 millones de toneladas.

2) La disponibilidad del equipo de perforación es un 80 % debido a un buen mantenimiento además de ser equipos nuevos.

3) En la perforación primaria se utiliza perforadoras DM45E que usan brocas tricónicas de 6" ¼ con barras de 6" de diámetro por 30' de largo.

4) En la operación de perforación se hace mención del uso de brocas de segunda o usadas, las cuales tienen siempre del 100% que se Importa de otro país, llega a un 35% en mal estado lo que perjudica en parte la operación, pues a que estar revisando y buscando la broca más adecuada y en mejor condición para el trabajo.

5) Los tiempos de cambio de broca, estabilizador y barrenos son tiempos en el cual se ha considerado como tiempos muertos (T.M.)

6) La comparación en precios (\$2500) y vida económica (10000 metros) de las barras de perforación nacional y las barras importadas (\$3500) y vida económica de (8000 metros) , tiene como consecuencia el uso de barras y estabilizadores nacionales, que tienen mejor calidad y cumple con las especificaciones en el trabajo en CIA Minera Aruntani.

7) Resultados: El Tipo de Barra nacional es adecuado o recomendable para su uso por su costo y su rendimiento.

Recomendaciones

- 1) Frente al agotamiento de reservas en Cia Minera Aruntani es necesario un agresivo plan de exploración para poder continuar con las operaciones y aumentar la vida de la mina.
- 2) Podemos recomendar el uso de las barras de perforación nacional para las operaciones de perforación puesto que estas cumplen con las especificaciones de trabajo, además de que tiene mayor vida económica y un menor precio.
- 3) Tener en stock de barras de perforación y estabilizadores en los almacenes de mina para no parar equipos por falta de estos, como ya ha ocurrido.
- 4) Se recomienda una estandarización en los diseños y medidas en las barras y accesorios de perforación para evitar demoras en rectificado y uso de las mismas.

Bibliografía

Ortega, C., Jaramillo, A. y Molina, J. (2016). Modificación de las mallas de perforación de voladuras a partir del índice de esfuerzo geológico (GSI), caso mina "La Maruja", Colombia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (40), 32-38. <https://doi.org/10.15446/rbct.n40.52199>

Ore Acuña, C. (2019). *Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7019>

Miranda Espinoza, A. (1994). *Estudio técnico económico de la perforación y voladura de rocas en la mina Tintaya* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Acceso Libre a Información Científica para la Innovación. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12302>

Ccaso Yucasi, E. (2018). *Evaluación económica en el avance de frentes horizontales del Nv 4100 con barras de 16 pies Mina Minsur S.A. en la Unidad Minera Raura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8268>

Godoy Quilodrán, T. (2020). *Comparación técnico económica de sistemas de perforación en el método Shrinkage aplicado a explotación de mina subterránea El Dorado* [Tesis de pregrado, Universidad Andrés Bello]. Repositorio Institucional. http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/18589/a131928_Godoy_T_Comparacion_tecnico_economica_de_sistemas_2020_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Abanto Cruz, J. y Vásquez Valverde, J. (2016). Reducción de costos en las operaciones unitarias de perforación y voladura optimizando el mantenimiento de brocas de 45 mm, rimadoras

de 102 mm y el consumo de explosivo en las labores de desarrollo que realiza la empresa Conmisiv S.A.C. en CMH S.A. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3249/ABANTO%20CRUZ%2c%20Juan%20Omar%2c%20VASQUEZ%20VALVERDE%2c%20Jeyner.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chirinos Andia, A. (2015). Control de aceros de perforación, factores que influyen la vida útil, su relación con el paralelismo y profundidad en el proyecto de expansión K-115 JJC Contratistas Generales S.A. Sociedad Minera Cerro Verde [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Archivo digital. <https://1library.co/document/yng60ppz-control-perforacion-profndidad-proyecto-expansion-contratistad-generales-sociedad.html>

Ramos, J. (2011). Estado del arte de brocas de perforación. *Revista de Investigación*, 4 (2), 99-113. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/784/1/1034302975-2011-2-IP.pdf>

Pantoja Mayta, L. (2013). El método de explotación tajo abierto y la productividad en Castrovirreyna Compañía Minera – U.P. San Genaro [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1332/TESIS%20DE%20ING%20MINAS%20EXPLORACION%20TAJO%20ABIERTO.pdf?sequence=1>

Rojas Cornejo, M. (2009). Descripción cuantitativa de los procesos de extracción y reducción de mineral en la minería de cobre a cielo abierto [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio institucional. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103330/cf-rojas_mc.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ministerio de Minas y Energía. (2015). Reservas. *En Glosario Técnico Minero*. Recuperado en 13 de febrero de 2022, de

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96>

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 33 (1), 155-165.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

Hernández, R., Fernández, C. y Batista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill.

Parella, S. y Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa* (1ra reimpresión). Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Díaz, J., Guarín, M. y Jiménez, J. (2012). Análisis y diseño de la operación de perforación y voladuras en minería de superficie empleando el enfoque de la programación estructurada. *Boletín Ciencias de la Tierra*, (32), pp.15-22. <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n32/n32a02.pdf>

Cuadros Salcedo, M. (2018). Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 veta Juanita – Mina Casapalca [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7149/MIcusama.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 032-2022-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 100-2022-FIMGC-D**, siendo los veinticuatro días del mes de mayo del 2022, a horas 9:00 a.m.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Johnny Henry CCATAMAYO BARRIOS**, Jurado el **MSc. Ing. Jaime PALOMINO CLAUDIO** Jurado Asesor el **Mg. Ing. José Agustín ESPARTA SANCHEZ** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada "**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022**", sustentado por el Señor **Ivan BARRIENTOS TAMBRA**, Bachiller en **Ciencias de la Ingeniería Minas**.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **16 (Dieciséis)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
GEOLOGÍA Y CIVILDr. Efraín Elías Porras Flores
DECANOFirmado digitalmente
por Dr. Ing. Efraín Elías
Porras Flores
Fecha: 2022.05.28
07:25:13 -09'00'

CCatamayo

Firmado digitalmente por
CCATAMAYO BARRIOS
JOHNNY HENRRY
Fecha: 2022.05.24
10:30:02 -05'00'**Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**
Presidente**MSc. Ing. Johnny Henry CCATAMAYO BARRIOS**
JuradoFirmado digitalmente
por Jaime Palomino
Claudio
Fecha: 2022.05.24
10:43:11 -05'00'Firmado digitalmente por Mg.
Ing. José Agustín Esparta Sánchez
Fecha: 2022.05.24 10:33:47 -05'00'**MSc. Ing. Jaime PALOMINO CLAUDIO**
Jurado**Mg. Ing. José Agustín ESPARTA SANCHEZ**
Jurado - AsesorFirmado
digitalmente por
LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN**Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**
Secretario del Procesoc.c.:
Bach. Ivan BARRIENTOS TAMBRA
Jurados (4)
ArchivoFACULTAD DE INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
Av. Independencia S/N
Ciudad Universitaria
Central Tel 066 312510
Anexo 151



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 027-2022-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH y Resolución Decanal N° 158-2021-FIMGC-UNSCH-D, deja constancia que Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : BARRIENTOS TAMBRA, Ivan
Escuela Profesional : INGENIERÍA DE MINAS
Título de la Tesis : ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022.
Evaluación de la Originalidad : 21 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 1838484824

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 17 de mayo del 2022

Firmado digitalmente
por LEZAMA
CUELLAR CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
de la FIMGC

Con depósito para Sustentación y Tramite de Titulo

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022.

por Ivan Barrientos Tambra

Fecha de entrega: 17-may-2022 11:44a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1838484824

Nombre del archivo: Tesis_BARRIENTOS_TAMBRA_IVAN.pdf (1.11M)

Total de palabras: 19921

Total de caracteres: 111294

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL USO DE BARRAS DE PERFORACIÓN EN CIA MINERA ARUNTANI-UNIDAD SANTA ROSA, 2022.

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	docplayer.es Fuente de Internet	2%
6	repositorio.unab.cl Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	www.scielo.org.co Fuente de Internet	1 %
10	tesis.uchile.cl Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	www.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	archive.org Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
18	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
19	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %

21 cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22 hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

23 ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo