

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Influencia de la supervisión de las brocas de
botones para evaluar su vida útil en la Unidad Minera
Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.**

Cristhian Yosser Huatuco Sovero

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTO

Primero, agradezco a Dios Jehová, quien con su bendición me ha permitido llegar a este momento tan especial en mi vida.

Segundo, a mis padres Faustino Huatuco y Lourdes Sovero por brindarme una educación correcta, haciendo de mí un hombre de bien, lleno de buenos valores y modales.

De igual manera a mis hermanos por ser parte de inspiración en este proyecto, para así apoyarlos a seguir adelante en su educación profesional y crecer conjuntamente día a día.

Finalmente, a mi pareja Madeley Belleza por brindarme su apoyo incondicional, tiempo, paciencia y dedicación en el transcurso de la realización y culminación del presente proyecto. Pudiendo así lograr mis metas y objetivos trazados.

DEDICATORIA

A dios Jehová por guiar mi camino y protegerme en cada paso que voy dando en el transcurso de mi vida profesional y personal, asimismo a mis padres por su gran amor y apoyo incondicional que me han sabido brindar en todo momento.

ÍNDICE

ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.1.1. Problema general.....	14
1.1.2. Problemas específicos	14
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación.....	15
1.3.1. Justificación metodológica	15
1.3.2. Justificación práctica	15
1.4. Hipótesis.....	16
1.4.1. Hipótesis general	16
1.4.2. Hipótesis específicas.....	16
1.5. Identificación de Variables.....	16
1.5.1. Variable independiente.....	16
1.5.2. Variable dependiente	16
1.6. Matriz de Operacionalización de Variables	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes del Problema	18
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1. Principios de la perforación	19
2.2.2. Sistemas de perforación.....	20
2.2.3. Propiedades mecánicas de los aceros.....	21
2.2.4. Evaluación del tipo de roca y macizo rocoso	21
2.2.5. Características de las brocas empleadas en la U.M. Colquijirca.....	22
2.2.6. Procedimiento para el cálculo de rendimiento de las brocas	30
2.2.7. Parámetros para calcular precios unitarios (P.U.) del metro perforado. 31	
2.1. Definición de Términos.....	31
2.2. Generalidades de Mina	35
2.2.1. Datos generales	35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	38
3.1. Métodos y Alcances de la Investigación.....	38

3.1.1.	Método general	38
3.1.2.	Tipo de investigación.....	38
3.1.3.	Nivel de investigación.....	38
3.2.	Diseño de Investigación	38
3.3.	Población y Muestra	38
3.3.1.	Población	38
3.3.2.	Muestra	39
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	39
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos	39
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		40
4.1.	Análisis Enfocado al Afilado de Brocas	40
4.1.1.	Máquinas y equipos empleados para el afilado en la U.M. Colquijirca	40
4.1.2.	Procedimiento para tener un buen afilado.....	44
4.1.3.	Consideraciones para el buen afilado	47
4.1.4.	¿Por qué una broca debe de afilarse?	51
4.1.5.	¿Cuándo es buen afilado?	52
4.1.6.	Descarte de brocas	53
4.2.	Análisis enfocado al tipo de roca.....	56
4.2.1.	Pruebas realizadas para el cálculo de vida útil (rendimiento) de las brocas, antes y después del estudio	56
4.2.2.	Análisis del rendimiento de las brocas de ambas pruebas.....	95
4.2.3.	Recomendaciones para trabajar con el juego de brocas necesarias ..	96
4.3.	Análisis Enfocado a la Operatividad de los Equipos.....	98
4.3.1.	Equipos de perforación empleados en la U.M. Colquijirca	98
4.3.2.	Seguimiento de los equipos de perforación en la U.M. Colquijirca	99
4.4.	Análisis enfocado a otro tipo de supervisión complementaria	122
4.4.1.	Traslado adecuado de las brocas	122
4.4.2.	Recepcionamiento de reportes	123
4.4.3.	Corroboración de los datos de los reportes en el campo	125
4.4.4.	Transporte de las brocas con la camioneta (EPIROC).....	126
4.4.5.	Marcado de las brocas	127
4.4.6.	Engrase de las roscas de los hilos de las brocas.....	128
4.4.7.	Cobro de remanentes.....	128
4.5.	Discusión de Resultados	135
4.5.1.	Trabajos de supervisión realizados antes y después del estudio.....	135
4.5.2.	Metros perforados en la actualidad	138

4.5.3. Consumo de brocas	142
4.5.4. Metro perforado vs consumo de brocas	145
4.5.5. Costos de perforación	155
CONCLUSIONES.....	157
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXOS	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz operacional.....	17
Tabla 2. Brocas utilizadas en la UM Colquijirca	25
Tabla 3. Parámetros de influencia de las brocas	26
Tabla 4. Criterios de descarte de brocas	27
Tabla 5. Parámetros para calcular p.u. de la broca	31
Tabla 6. Medidas de muelas	42
Tabla 7. Medidas de copas de afilado.....	44
Tabla 8. Medidas de copas de devastado	44
Tabla 9. Parámetros de ángulo de afilado.....	48
Tabla 10. Criterios de descarte de brocas presentado en la Mina El Brocal- Colquijirca	53
Tabla 11. Resultados de la vida útil antes del estudio.....	75
Tabla 12. Resultados de la vida útil después del estudio	94
Tabla 13. Análisis del rendimiento	95
Tabla 14. Recomendación para solicitar el número de brocas necesarias.....	96
Tabla 15. Equipos de Perforaciones Jrc-El Brocal.....	98
Tabla 16. Cronograma de asistencias técnicas – El Brocal/Colquijirca.....	102
Tabla 17. Parámetros de perforación del Jumbo 35.....	105
Tabla 18. Parámetros de perforación del jumbo 38.....	107
Tabla 19. Parámetros de perforación del simba-26.....	109
Tabla 20. Parámetros de perforación del simba-20.....	112
Tabla 21. Parámetros de perforación del simba-18.....	114
Tabla 22. Parámetros de perforación del simba-10.....	116
Tabla 23. Fallas comunes de los equipos de perforación.....	120
Tabla 24. Detalles del acero de perforación.....	131
Tabla 25. Detalles del acero de perforación.....	132
Tabla 26. Detalles del acero de perforación.....	133
Tabla 27. Trabajos de supervisión realizados antes y después del estudio....	135
Tabla 28. Metros perforados (empernadores)	138
Tabla 29. Metros perforados (jumbos)	139
Tabla 30. Metros perforados de la columna t38	140
Tabla 31. Metros perforados de la columna t45	140
Tabla 30. Total de metros perforados de la columna (t45 y t38)	140
Tabla 33. Resumen del total de metros perforados.....	141
Tabla 34. Consumo de brocas por mes (empernadores)	142
Tabla 35. Consumo de brocas por mes (jumbos)	143
Tabla 36. Consumo de brocas columna t-38	144
Tabla 37. Consumo de brocas columna t-45	144
Tabla 38. Consumo total de brocas de la columna t-45 y t-38.....	144
Tabla 39. Resumen respecto al consumo de brocas.....	145
Tabla 40. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (empernadores).....	146
Tabla 41. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados).....	147

Tabla 42. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción)	148
Tabla 43. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38).....	149
Tabla 44. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38)	150
Tabla 45. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t45).....	151
Tabla 46. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t45)	152
Tabla 47. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38 y t45).....	153
Tabla 48. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38 y t45)	154
Tabla 49. Precio unitarios de JRC-El Brocal.....	155
Tabla 50. Valorización mensual de JRC-El Brocal, 2019.....	156
Tabla 51. Columnas de perforación U.M. Colquijirca	162
Tabla 52. Plano de la mina nv-3960	165

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Principios de la perforación	19
<i>Figura 2.</i> Perforación top hammer.....	20
<i>Figura 3.</i> Perforation down the hole.	20
<i>Figura 4.</i> Perforación giratoria.....	21
<i>Figura 5.</i> Pérdida del 30% de su tamaño.	23
<i>Figura 6.</i> Desgaste de 1/3 del botón.	23
<i>Figura 7.</i> Efecto contracono	23
<i>Figura 8.</i> Piel de serpiente.....	24
<i>Figura 9.</i> Daños en los botones (Insertos)	24
<i>Figura 10.</i> Brocas de botones de perforación.....	32
<i>Figura 11.</i> Barras de perforación.....	32
<i>Figura 12.</i> Acople de perforación.	33
<i>Figura 13.</i> Shank De Perforación.	33
<i>Figura 14.</i> Afilado de brocas.....	34
<i>Figura 15.</i> Copas de devastado.	34
<i>Figura 16.</i> Malla de perforación.....	35
<i>Figura 17.</i> Ubicación geográfica de la U.M. Colquijirca.	36
<i>Figura 18.</i> Máquina afiladora Bq3	41
<i>Figura 19.</i> Muelas de afilado	41
<i>Figura 20.</i> Máquina Grind Matig Hg	43
<i>Figura 21.</i> Copas de afilado y devastado	43
<i>Figura 22.</i> Ángulo de inclinación	48
<i>Figura 23.</i> Refrigeración para el afilado (agua)	49
<i>Figura 24.</i> Desgaste prematuro de la muela (afilado sin agua).....	49
<i>Figura 25.</i> Centralización de la broca.....	50
<i>Figura 26.</i> Deformación del inserto por centralización incorrecto.....	50
<i>Figura 27.</i> Correcta centralización.....	50
<i>Figura 28.</i> Fuerza de afilado (brazo)	51
<i>Figura 29.</i> Achatamiento del inserto por demasiada fuerza	51
<i>Figura 30.</i> Mal / buen afilado	52
<i>Figura 31.</i> Formato de asistencia técnica.....	101
<i>Figura 32.</i> Medición de las rpm.	104
<i>Figura 33.</i> Baja presión de aire (3 bares).	104
<i>Figura 34.</i> Desgaste del centralizador intermedio y delantero	106
<i>Figura 35.</i> Medición de las rpm y temperatura de la columna	106
<i>Figura 36.</i> Desgaste del centralizador intermedio	108
<i>Figura 37.</i> Medición de las rpm y temperatura de la columna	108
<i>Figura 38.</i> Perforación en paralelo (+).....	110
<i>Figura 39.</i> Medición de las RPM y temperatura	110
<i>Figura 40.</i> Selector de brocas presenta fallas (no activa)	112
<i>Figura 41.</i> Medición de las rpm y temperatura de la columna	112
<i>Figura 42.</i> Perforación de chimenea slot-malla de perforación	113
<i>Figura 43.</i> Perforación de taladros largos (+)	114
<i>Figura 44.</i> Medición de las rpm y temperatura de la columna	115
<i>Figura 45.</i> Realización de chimenea	116
<i>Figura 46.</i> Medición de las rpm	117
<i>Figura 47.</i> RPM muy bajo (133 rpm)	118
<i>Figura 48.</i> Corrección de los rpm según el estándar	118

<i>Figura 49.</i> Fallas comunes de los equipos de perforación	120
<i>Figura 50.</i> Maletas y cajas de transporte de brocas	122
<i>Figura 51.</i> Choque entre insertos	122
<i>Figura 52.</i> Insetos quebrados por choque entre ellos	123
<i>Figura 53.</i> Brocas en el maletín.....	123
<i>Figura 54.</i> Reporte de perforación-JRD / El Brocal	124
<i>Figura 55.</i> Reporte de perforación-Jrd / El brocal.....	124
<i>Figura 56.</i> Medición en la labor_8832 y nivel 3952	125
<i>Figura 57.</i> Conteo de número de taladros en la labor_1713 y nivel 3986	125
<i>Figura 58.</i> Medición de longitud en la labor_1342 y nivel 3952.....	126
<i>Figura 59.</i> Brocas afiladas en gran cantidad (antes)	126
<i>Figura 60.</i> Brocas afiladas en poca cantidad (ahora)	127
<i>Figura 61.</i> Brocas marcadas	127
<i>Figura 62.</i> Códigos de las brocas en los vales de salida.....	128
<i>Figura 63.</i> Engrase de brocas	128
<i>Figura 64.</i> Carrusel del Simba 20 con 8 barras t38-rd38-t38 5´	130
<i>Figura 65.</i> Barra t38-rd38-t38 5´ cortada.....	130
<i>Figura 66.</i> Barra rota a la altura de la rosca r32	132
<i>Figura 67.</i> Taladro tapado por la cantidad de carga, debido a la falta de raspado de piso.....	133
<i>Figura 68.</i> Cuadro de remanentes junio 2019	134
<i>Figura 69.</i> Metros perforados totales (empernadores)	138
<i>Figura 70.</i> Metros perforados totales (jumbos).....	139
<i>Figura 71.</i> Total de metros perforados de la columna (t-45 y t-38).....	141
<i>Figura 72.</i> Consumo de brocas por mes (empernadores).....	142
<i>Figura 73.</i> Consumo de brocas por mes (jumbos)	143
<i>Figura 74.</i> Consumo total de brocas de la columna t-45 y t-38	145
<i>Figura 75.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (empernadores).....	146
<i>Figura 76.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados)	147
<i>Figura 77.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción).....	148
<i>Figura 78.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38)	149
<i>Figura 79.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38).....	150
<i>Figura 80.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t45)	151
<i>Figura 81.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t45).....	152
<i>Figura 82.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38 y t45).....	153
<i>Figura 83.</i> Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38 y t45).....	154

RESUMEN

La presente investigación respondió al siguiente problema general: ¿cómo influye la supervisión de las brocas de botones para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.? El objetivo general fue determinar cómo influye la supervisión de las brocas de botones para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A., y la hipótesis general que se verificó fue la siguiente: la supervisión de las brocas de botones tiene influencia directa para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicado, además el nivel fue explicativo-correlacional, y de diseño experimental. Asimismo, la población estuvo conformada por las labores pertenecientes al nivel 3960, el tipo de muestreo fue no probabilístico y por consiguiente no aleatoria, siendo la muestra la galería 8942 E (-).

La conclusión general de este estudio fue la siguiente: la supervisión influye directamente en hacer cumplir el rendimiento máximo que puede tener una broca, realizando el seguimiento oportuno de las diferentes actividades como el correcto afilado, la operatividad de los equipos y conocimiento de las características de la roca; llegando así a la reducción del consumo de brocas para la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Palabras claves: afilado de brocas, operatividad de los equipos, características de la roca, y vida útil.

ABSTRACT

The present investigation responded to the following general problem: How does the supervision of the button bits influence the useful life of the Colquijirca Mining Unit - Sociedad Minera El Brocal S.A.A.? And the general objective was: To determine how the supervision of the button bits to evaluate their useful life in the Colquijirca Mining Unit - Sociedad Minera El Brocal S.A.A., and the general hypothesis that was verified was: The supervision of the button bits has direct influence to evaluate their life in the Colquijirca Mining Unit - Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

The general method of research was the scientist, the type of research was applied, the level was explanatory - correlational, and experimental design. The population was made up of the work belonging to level 3960, the type of sampling was non-probabilistic and therefore not random, the gallery being 8942 E (-).

The general conclusion of this study was that: Supervision directly influences enforcing the maximum performance that a drill can have, carrying out timely monitoring of the different activities such as the correct sharpening, the operability of the equipment and knowledge of the characteristics of the rock. Thus reaching the reduction in the consumption of drill bits for the Colquijirca Mining Unit - Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Keywords: drill sharpening, equipment operability, rock characteristics, and useful life.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada “Influencia de la supervisión de las brocas de botones para evaluar su vida útil en la U.M. Colquijirca” tiene como finalidad hacer cumplir el máximo rendimiento que puede optar una broca de perforación. Se realiza un seguimiento adecuado a todas las acciones que se pueden presentar durante este proceso como el inadecuado afilamiento de la broca, la falta de conocimiento de las características de la roca, y la falta de inspección de los equipos para identificar las fallas mecánicas que pudieran tener.

Esta investigación se desarrolló en cinco capítulos, que se describen a continuación. En el capítulo I, se trata del problema de investigación, los objetivos, hipótesis, identificación de variables y justificación de la tesis.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico, los antecedentes del problema, las bases teóricas, además se menciona las definiciones de términos y las generalidades de la mina.

En el capítulo III, se indica el método, tipo, nivel y alcances de la investigación, asimismo se señala el diseño de investigación, la población y muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo IV, se presentan los análisis de cada problema, también los resultados de algunas pruebas realizadas en campo, además se analiza globalmente los resultados puntuales.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del Problema

Se sabe que la minería es una industria de potencia para el Perú y, por ende, se le debe brindar la atención adecuada. Cada trabajo que se realiza y sus actividades en las diferentes minas implican trabajos de alto riesgo. Estos riesgos que podrían traducirse en pérdidas de material, equipos o la vida del trabajador. Además, la perforación es una parte principal de la operación del ciclo de minado. En la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A., la contratista minera Epiroc Perú S. A. se enfoca en brindar los aceros de perforación, cuyo contrato es por metro perforado. En la actualidad presenta una rentabilidad negativa a partir de un alto consumo de brocas por las características y propiedades físicas de la roca, discontinuidades y deficiencia en la falta de control (seguimiento de las brocas).

La roca abrasiva de dura a semidura es un verdadero reto para las brocas. Una vida de servicio normal es de aproximadamente 250 metros perforados por broca teóricamente.

1.1.1. Problema general

¿Cómo influye la supervisión de las brocas de botones para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo influye el afilado de brocas para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.?
- b) ¿Cómo influye el tipo de roca para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.?
- c) ¿Cómo influye la operatividad de los equipos de perforación para evaluar la vida útil de las brocas en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar cómo influye la supervisión de las brocas de botones para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Analizar cómo influye el afilado de brocas para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- b) Determinar cómo influye el tipo de roca para evaluar su vida útil de los aceros de perforación en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- c) Determinar cómo influye la operatividad de los equipos de perforación para evaluar la vida útil de las brocas en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación metodológica

Para el proceso de la investigación, el sustentante desarrollará instrumentos y metodologías y procedimientos propios, para la toma de datos de campo, de la misma manera estas metodologías servirán para el procesamiento y formulación de conclusiones.

Asimismo, estas metodologías aportadas por el investigador se podrán usar en el desarrollo de otras investigaciones similares.

1.3.2. Justificación práctica

El desarrollo de la presente investigación se justifica en la parte práctica, debido a que con la supervisión de los aceros de perforación se solucionará el problema de desgaste en forma prematura y por ende la reducción de la vida útil de los aceros.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La supervisión de las brocas de botones tiene influencia directa para evaluar su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) El correcto afilado de los insertos de las brocas incide en la evaluación de su vida útil en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- b) El tipo de roca influyen para evaluar su vida útil de los aceros de perforación en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- c) La operatividad de los equipos de perforación influye para evaluar la vida útil de las brocas en la Unidad Minera Colquijirca-Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

1.5. Identificación de Variables

1.5.1. Variable independiente

X1: Aceros de perforación

Indicadores:

- Afilado de brocas
- Tipo de roca
- Operatividad de los equipos

1.5.2. Variable dependiente

X0: Vida útil

1.6. Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 1. *Matriz operacional*

Variable	Definición de variable	Definición operacional		
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
V. I. Brocas de perforación	<p>Broca de perforación</p> <p>Una broca es un dispositivo o herramienta utilizado para realizar agujeros o pozos cilíndricos extrayendo el material sólido perforado (ver Tornillo de Arquímedes) por medio de un tornillo helicoidal rotatorio. El material es desplazado a lo largo del sentido del eje de rotación</p>	Herramienta de perforación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Afilado de brocas ➤ Tipo de roca ➤ Operatividad de los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calidad de afilado ➤ Brocas no sobre-perforadas
V.D. Vida útil	<p>Vida útil</p> <p>La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado.</p> <p>Normalmente se calcula en metros de duración.</p>	Duración estimada	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Metros perforados

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema

Abanto y Vásquez (1) en su investigación sobre “Reducción de costos en las operaciones unitarias de perforación y voladura optimizando el mantenimiento de brocas de 45mm, rimadoras de 102mm y el consumo de explosivo en las labores de desarrollo que realiza la empresa CONMICIV S.A.C en CMH S.A.” tuvo el objetivo reducir el costo de las operaciones unitarias de perforación y voladura, y llegaron a la conclusión que sí 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).

Gamarra (2) en su investigación: “Optimización de las brocas de botón de 45 mm* r32 para minimizar los costos de perforación en la compañía minera MILPO S.A.A. UEA El Porvenir tuvo el objetivo de optimizar las brocas de botón de 45MM*R32 para minimizar los costos de perforación y, por consecuente, minimizar los costos de perforación. Se llegó a la conclusión que se superó los rendimientos y eficiencias de los aceros de perforación de brocas, barras y *shanks* en un promedio de 5.6 %.

Mallma (3) en su investigación sobre “Optimización del uso de aceros de perforación en la UEA San Cristobal de Minera Bateas SAC” tuvo el objetivo de optimizar el uso de los aceros de perforación en la UEA San Cristóbal de Minera Bateas SAC, llegó a la conclusión que sí se alcanzó una óptima operatividad en los jumbos y máquinas convencionales (*jack leg*), adecuando a los procedimientos correctos de operatividad, evitando tener una pérdidas, ya sea por desgaste prematuro o por inadecuada operatividad de dichos equipos.

Palomino (4) en su investigación: “Evaluación de la perforación y voladura en labores de desarrollo nivel-420 en la mina Huarón-CIA minera Huarón S.A. Pan American Silver Peru-Corporation” propuso mejorar los avances en labores de desarrollo con un mejor diseño de mallas de perforación y uso adecuado de explosivos y accesorio de voladura en la Mina Huarón y llegó a la conclusión que el yacimiento se emplaza dentro de las capas rojas, constituidas por conglomerados, areniscas, *chert*, yeso, margas y piroclásticos.

Según Rojas (5) en su investigación: “Gestión para el mejoramiento del sistema de control del uso de los aceros de perforación en la mina Radomiro Tomic de la División Radomiro Tomic de Codelco-Chile” se propuso presentar una propuesta para el mejoramiento del sistema de control de uso de los aceros de perforación en la Mina Radomiro Tomic, luego llegó a la conclusiones siguientes:

- Los objetivos planteados para el desarrollo de este tema de investigación se cumplieron.
- El apoyo recibido por parte de Codelco-División Radomiro Tomic fue óptima para poder realizar con éxito la investigación, debido a que la empresa facilitó información, asesoramiento técnico y recursos económicos para el desarrollo del tema de investigación.
- El presente estudio puede aplicarse a cualquier empresa que cuente con el programa Jig Saw para el control de la perforación, específicamente para mejorar el control del uso de los aceros de perforación.
- El mayor inconveniente que se presentó en el desarrollo de este proyecto de estudio fue la operalización de las mejoras propuestas, debido a que llevaron mayor tiempo de lo planificado.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Principios de la perforación





	Percusión: permite la penetración de la broca de perforación en la roca.
	Avance: mantiene la broca en estrecho contacto con la roca.
	Rotación: hace girar la broca a una nueva posición antes del siguiente impacto.
	Barrido, limpia el barreno de los recortes de perforación.

Figura 1. Principios de la perforación. Adaptado de “Análisis de falla en los aceros de perforación como estrategia de incremento de la vida útil de los equipos top hammer”, por A. Escobar, 2013. Tesis (título de ingeniero de minas)

2.2.2. Sistemas de perforación

A) Top Hammer (TH)

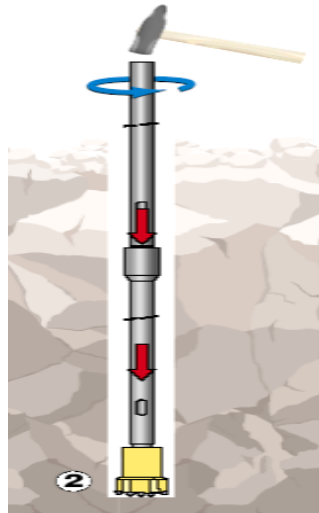


Figura 2. Perforación top hammer-Capacitación de sistemas de perforación-Atlas Copco. Adaptado de “Capacitación Productos Secoroc”, por C. Soria-Atlas Copco. 29 de enero del 2005 [diapositiva]

B) Down The Hole (DTH)

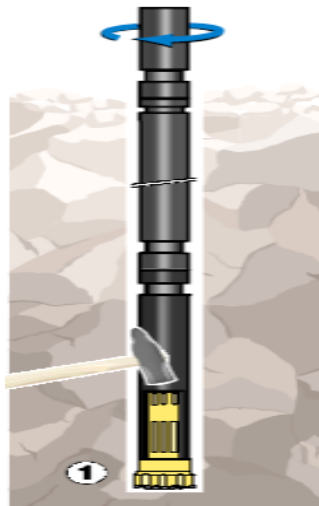


Figura 3. Perforation down the hole. Adaptado de “Capacitación Productos Secoroc”, por C. Soria-Atlas Copco. 29 de enero del 2005 [diapositiva]

C) Giratoria

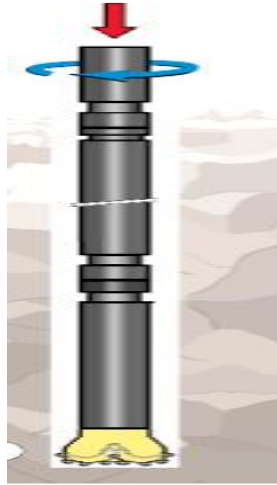


Figura 4. Perforación giratoria. Adaptado de “Capacitación Productos Secoroc”, por C. Soria-Atlas Copco. 29 de enero del 2005 [diapositiva]

2.2.3. Propiedades mecánicas de los aceros

Conocer las propiedades mecánicas de los aceros es muy importante, para poder elegir el acero óptimo para la columna de perforación. Existen propiedades mecánicas, como las siguientes:

- | | |
|--------------------------|----------------|
| ✓ Límite de Fluencia | ✓ Fricción |
| ✓ Dureza | ✓ Soldabilidad |
| ✓ Resistencia a Tracción | ✓ Plasticidad |
| ✓ Elongación | |

2.2.4. Evaluación del tipo de roca y macizo rocoso

A) Macizo rocoso

En todo proyecto minero de excavación y explotación es de suma importancia tener con la información necesaria sobre las características físicas, químicas de la roca, litológicas, de los esfuerzos e hidrología de un macizo rocoso por ello se requiere llevar estas características del macizo rocoso a valores numéricos, a fin de planificar la obra y a sus etapas.

a. Propiedades del macizo rocoso que afectan a la perforación

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| ✓ Dureza | ✓ Elasticidad |
| ✓ Resistencia a la compresión | ✓ Plasticidad |
| ✓ Abrasividad | ✓ Textura |

B) Perforabilidad

Se refleja en la capacidad de perforar con una broca una determinada roca.

a. Factores que Afectan la perforabilidad y el desgaste de brocas

- ✓ Tipo de Mineral.
- ✓ Tamaño de Grano.
- ✓ Contenido de Sílice.
- ✓ Estructuras, etc.

2.2.5. Características de las brocas empleadas en la U.M.

Colquijirca

A. ¿Cuándo la broca debe de ser afilada?

El afilado oportuno se realiza cuando el botón ha perdido el 30% de su tamaño, el espacio entre los botones y la roca es demasiado pequeña. Entonces, es muy difícil que el detrito pase por ese espacio y permanecerá para ser re-triturado (remolienda).

Además, el impacto del mecanismo no podrá penetrar en la roca de una manera eficiente debido al re-triturado producido, aumentándose el desgaste de la broca y reduciendo la velocidad de penetración.

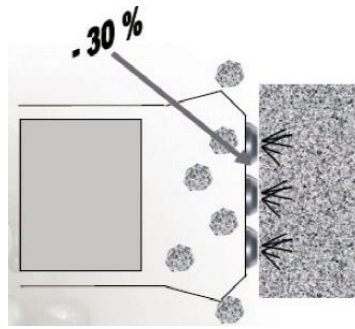


Figura 5. Pérdida del 30% de su tamaño. Adaptado de “Capacitación Productos Secoroc”, por C. Soria-Atlas Copco. 29 de enero del 2005 [diapositiva]

- ✓ El desgaste del botón es 1/3 de su diámetro.

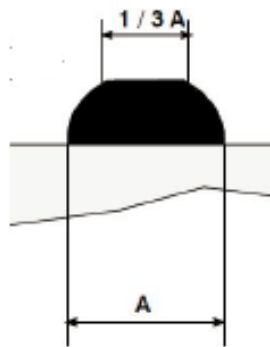


Figura 6. Desgaste de 1/3 del botón.

- ✓ Presenta el contra-cono.

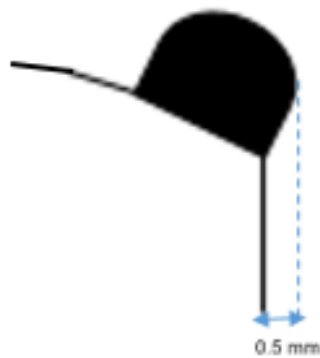


Figura 7. Efecto contracono

- ✓ Presenta los insertos de piel de serpiente.

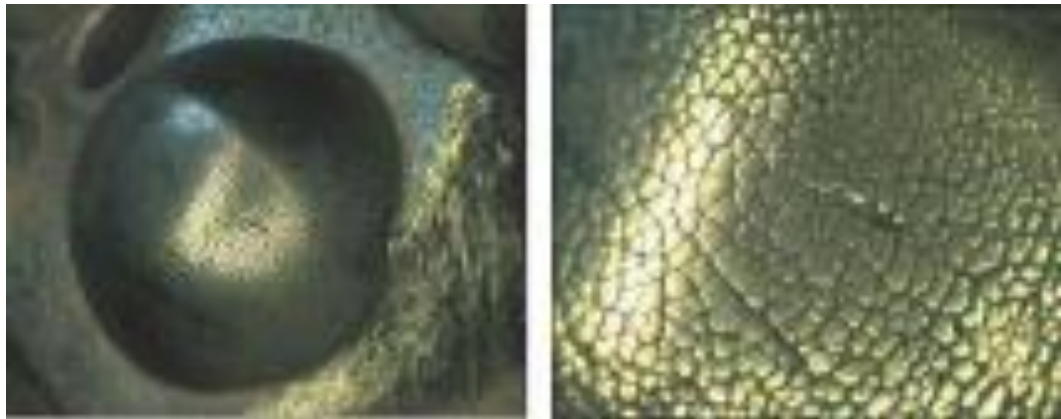


Figura 8. Piel de serpiente. Adaptado de “Análisis de falla en los aceros de perforación como estrategia de incremento de la vida útil de los equipos top hammer”, por A. Escobar, 2013. Tesis (título de ingeniero de minas)

- ✓ Presentan daño de los botones.







Figura 9. Daños en los botones (Insertos)

B. Características de las brocas empleadas en la U.M. Colquijirca

Conocer los diámetros y cantidades de insertos de las brocas nos ayudaran a escoger la muela o copa de afilado según lo necesario.

Tabla 2. Brocas utilizadas en la UM Colquijirca

EQUIPO	BROCA DIÁMETRO	INSERTO LATERAL		INSERTO CENTRAL		FOTOGRAFÍA
		CANT.	BOTÓN	CANT.	BOTÓN	
SIMBA	64 mm	6 Bot	11 mm	4 Bot	10 mm	
	89 mm	12 Bot	13 mm	1 Bot	13 mm	
	127 mm	18 Bot	13 mm	1 Bot	13 mm	
JUMBO	51 mm	6 Bot	11 mm	3 Bot	9 mm	
	102 mm	16 Bot	13 mm	1 Bot	13 mm	
EMPERNADOR	38 mm	5 Bot	9 mm	2 Bot	7 mm	

C. Parámetros de influencia

Se realiza una descripción de los parámetros que pueden ayudar a mejorar la broca para tener un mejor rendimiento:

Tabla 3. *Parámetros de influencia de las brocas*

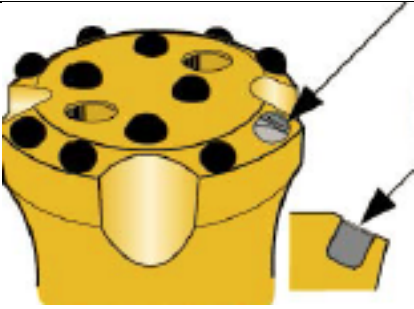
Parámetros	Descripción																
Cantidad de botones																	
Tipo de botones																	
Ángulo de los botones periféricos y centrales																	
Diámetro de la broca																	
Cantidad de orificios y canales de barrido																	
Tipo de rosca	<p>Rosca en el extremo de la broca</p> <p>Ejemplos:</p> <table data-bbox="975 1765 1236 1906"> <tbody> <tr> <td>02 = R25</td> <td>35 = T38</td> </tr> <tr> <td>03 = R32</td> <td>36 = T45</td> </tr> <tr> <td>04 = R38</td> <td>37 = T51</td> </tr> <tr> <td>07 = R28</td> <td>51 = ST58</td> </tr> <tr> <td>25 = SR28</td> <td>52 = ST68</td> </tr> <tr> <td>26 = SR32</td> <td>57 = T60</td> </tr> <tr> <td>27 = SR38</td> <td>69 = TC35</td> </tr> <tr> <td>28 = SR35</td> <td>71 = TC42</td> </tr> </tbody> </table>	02 = R25	35 = T38	03 = R32	36 = T45	04 = R38	37 = T51	07 = R28	51 = ST58	25 = SR28	52 = ST68	26 = SR32	57 = T60	27 = SR38	69 = TC35	28 = SR35	71 = TC42
02 = R25	35 = T38																
03 = R32	36 = T45																
04 = R38	37 = T51																
07 = R28	51 = ST58																
25 = SR28	52 = ST68																
26 = SR32	57 = T60																
27 = SR38	69 = TC35																
28 = SR35	71 = TC42																

Otros	Grado de acero y de carburo
	Buen mantenimiento de la perforadora y el equipo de perforación
	Correcto y oportuno afilado
	Control adecuado de Presiones de trabajo
	Operadores bien instruidos y bien motivados
	Avance adecuado
	Buen emboquillado
	Tipo de terreno
	Suministro de aire y agua apropiados

D. Criterio de descartes de brocas-teórico:

Para descartar una broca se tiene que tener los siguientes criterios como los siguientes:

Tabla 4. *Criterios de descarte de brocas*

<p>DESPRENDIMIENTOS DE INSERTOS A NIVEL DEL CUERPO DE LA BROCA (MAYOR A 1 INSERTO)</p>	
<p>INSERTOS AGRIETADOS (MAYOR A 1 INSERTO)</p>	

<p>INSERTOS DESTRUIDOS BAJO EL NIVEL DEL CUERPO DE LA BROCA</p> <p>(MAYOR A 1 INSERTO)</p>	
<p>INSERTOS PICADOS</p> <p>(MAYOR A 1 INSERTO)</p>	
<p>INSERTOS TRITURADOS DENTRO DE LA BROCA</p> <p>(MAYOR A 1 INSERTO)</p>	
<p>ROTURA DE INSERTOS POR DEBAJO DEL CUERPO DE LA BROCA</p> <p>(MAYOR A 1 INSERTO)</p>	
<p>MICROFISURAS O PIEL DE SERPIENTE EN LOS INSERTOS</p> <p>(MAYOR A 1 INSERTO)</p>	

<p>PÉRDIDA DE INSERTOS (MAYOR A 1 INSERTO)</p>	
<p>ROTURA ANULAR EN EL CUERPO DE LA BROCA</p>	
<p>RAJADURA EN LA PARTE INFERIOR DE LOS INSERTOS</p>	
<p>GRIETA ENTRE LOS INSERTOS Y AGUJEROS DE LA BROCA</p>	
<p>ROTURA POR RAJADURA EN EL BORDE DE LA BROCA</p>	

2.2.6. Procedimiento para el cálculo de rendimiento de las brocas

- I. Conocer las características generales del lugar a trabajar (unidad minera).
- II. Elegir los posibles productos a emplear según las características del lugar a trabajar y otras consideraciones.
- III. Verificar el estado inicial del producto nuevo del almacén (fallas de fábrica).
- IV. Capacitar al personal del trabajo a realizar.
- V. Distribución de los productos para trabajar en las diferentes situaciones para ejecutar las respectivas pruebas.
- VI. Brindar condiciones de trabajo al personal.
- VII. Verificar las condiciones de trabajo durante el desarrollo de las pruebas.
- VIII. Toma de datos (cantidad, eficiencias, satisfacción, etc.)
- IX. Dar mantenimiento al producto, para seguir utilizándolas hasta llegar a cumplir con el objetivo.
- X. Analizar el estado del producto para poder ser descartadas o seguir dando su mantenimiento respectivo.
- XI. Analizar todos los datos obtenidos de las pruebas para tomar medidas correctivas o evaluar rendimientos, eficiencias, etc.

2.2.7. Parámetros para calcular precios unitarios (P.U.) del metro perforado.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Rendimiento del <i>shank</i> de perforación.	m o pies
Rendimiento de las barras de perforación.	m o pies
Rendimiento de los acoples de perforación.	m o pies
Rendimiento de las brocas de perforación.	m o pies
Precio del <i>shank</i> de perforación.	\$ o S/.
Precio de las barras de perforación.	\$ o S/.
Precio de los acoples de perforación.	\$ o S/.
Precio de las brocas de perforación.	\$ o S/.
Gastos administrativos.	\$ o S/.
Costo de afilado de brocas (mantenimiento de los aceros de perforación).	\$ o S/.
Costo de transporte de los aceros de perforación (del almacén hacia obra)	\$ o S/.
Costo de almacenaje de los aceros de perforación	\$ o S/.
Gastos del personal calificado (supervisión).	\$ o S/.
Costo de mantenimiento de equipos y máquinas.	\$ o S/.
Depreciación de los aceros de perforación.	\$ o S/.
Inversión y seguros.	\$ o S/.
Construcción de instalaciones para las pruebas.	\$ o S/.
Gastos del personal calificado para las pruebas (supervisión).	\$ o S/.
Otros gastos.	\$ o S/.

Tabla 5. *Parámetros para calcular p.u. de la broca*

2.1. Definición de Términos

A) Brocas de perforación

Es considerado como una herramienta de corte, lo cual tiene insertos periféricos y centrales, los insertos son de carburo de tungsteno. Además, el contacto de la broca es directamente con la roca. Asimismo, en la actualidad

existen varios tipos de brocas para la perforación y se clasifican en las siguientes: brocas de botones, brocas tricónicas, brocas especiales y broca de cortadores fijos.



Figura 10. Brocas de botones de perforación. Tomado de “Herramientas para perforación de rocas Secoroc-Perforación manual y accesorios”, por Edipesa, 2015. Recuperado de <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>

B) Barras de perforación

La barra de perforación se utiliza para transmitir el movimiento rotativo desde la perforadora. Es de material de acero e incluye un orificio en el centro longitudinalmente para llevar el agua, para que dicha agua nos sirva para el barrido en la perforación.



Figura 11. Barras de perforación. Tomado de “Herramientas para perforación de rocas Secoroc-Perforación manual y accesorios”, por Edipesa, 2015. Recuperado de <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>

C) Acoples de perforación

Es el segundo componente de una columna de perforación, el acople tiene la finalidad de unir la barra de perforación con el *shank* que sale de la perforadora. Además, existen diversos tipos de acoples, y estos se clasifican según el tipo de roscas, según el diámetro del *shank*, según el diámetro de la barra, etc.



Figura 12. Acople de perforación. Tomado de “Herramientas para perforación de rocas Secoroc-Perforación manual y accesorios”, por Edipesa, 2015. Recuperado de <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>

D) Shank de perforación

Es el primer componente de una columna de perforación donde cumple la función de transmitir la energía, rotación y empuje de la perforadora hacia toda la columna de perforación. Existen diversos tipos de *shank*, y estos se clasifican según el tipo de perforadora a utilizar, según el tipo de trabajo a realizar, etc.

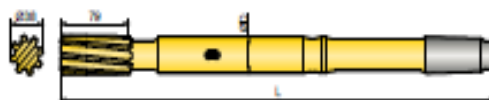


Figura 13. Shank De Perforación. Tomado de “Herramientas para perforación de rocas Secoroc-Perforación manual y accesorios”, por Edipesa, 2015. Recuperado de <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>

E) Afilado de brocas de perforación

Es la restauración del inserto de carburo a su estado original, devolviéndole la forma esférica o balística que tenía. El afilado oportuno se realiza cuando el desgaste del inserto alcance como máximo la tercera parte de su diámetro tanto en brocas de insertos esféricos o balísticos. Un buen afilado

es dejar a todos los insertos de la broca en casi su estado inicial (como cuando era nuevo).



Figura 14. Afilado de brocas Tomado de “Herramientas para perforación de rocas Secoroc-Perforación manual y accesorios”, por Edipesa, 2015. Recuperado de <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>

F) Devastado de brocas de perforación

La broca en algunas ocasiones suelen ser sobreperforadas por deficiencias del operador, equipo o el terreno. La sobreperforación se basa al desgaste elevado del inserto de la broca, notándose el inserto al ras del cuerpo de la broca, para ello se recomienda realizar el devastado, ya que al aplicar dicho trabajo de devastado comeremos al acero que se encuentra alrededor del inserto dándole una diferencia de altura entre el inserto y el cuerpo de la broca.



Figura 15. Copas de devastado. Tomado de “Herramientas para perforación de rocas Secoroc-Perforación manual y accesorios”, por Edipesa, 2015. Recuperado de <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>

G) Malla de perforación

Distribución adecuada de los taladros en un frente, la distribución de los taladros se hace con un previo cálculo del burden y espaciamiento, para una voladura eficiente (6).

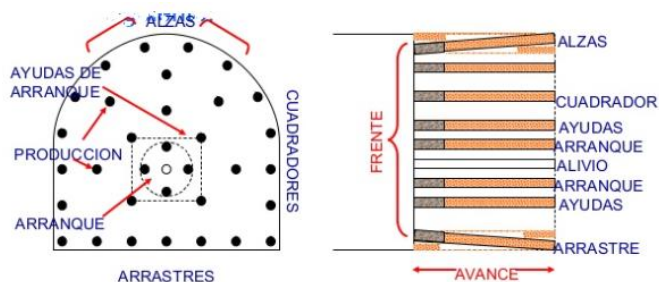


Figura 16. Malla de perforación. Adaptado de “Diseño de Malla de Perforación”, por R. Caballero, 8 de abril del 2018. Recuperado de <https://www.slideshare.net/anderssonlujanojeda/diseo-de-malla-de-perforacin>

H) Perforación

Este método de fragmentación de roca se caracteriza por tener los siguientes elementos comunes: a) una fuente energía (perforadora, motores, pistones, etc.), b) un medio de transmisión de energía (varillaje, ejes, fluidos, etc.), c) elementos de corte (brocas, discos, rodillos, explosivos moldeados, cucharas, etc.), d) evacuación de la roca fragmentada (agente de barrido, scrapers, tornillos, cadenas, fajas, etc.). La primera operación que se realiza y tiene como finalidad abrir unos huecos, con la distribución y geometría adecuada dentro de los macizos, donde alojar a las cargas de explosivo y sus accesorios iniciadores (7).

2.2. Generalidades de Mina

2.2.1. Datos generales

A) Ubicación del área de estudio

La mina se encuentra a 8 km de la ciudad de Cerro de Pasco, a una altura de 4280 m.s.n.m. está ubicado en el Departamento de Pasco, provincia de Pasco y distrito de Tinyahuarco.

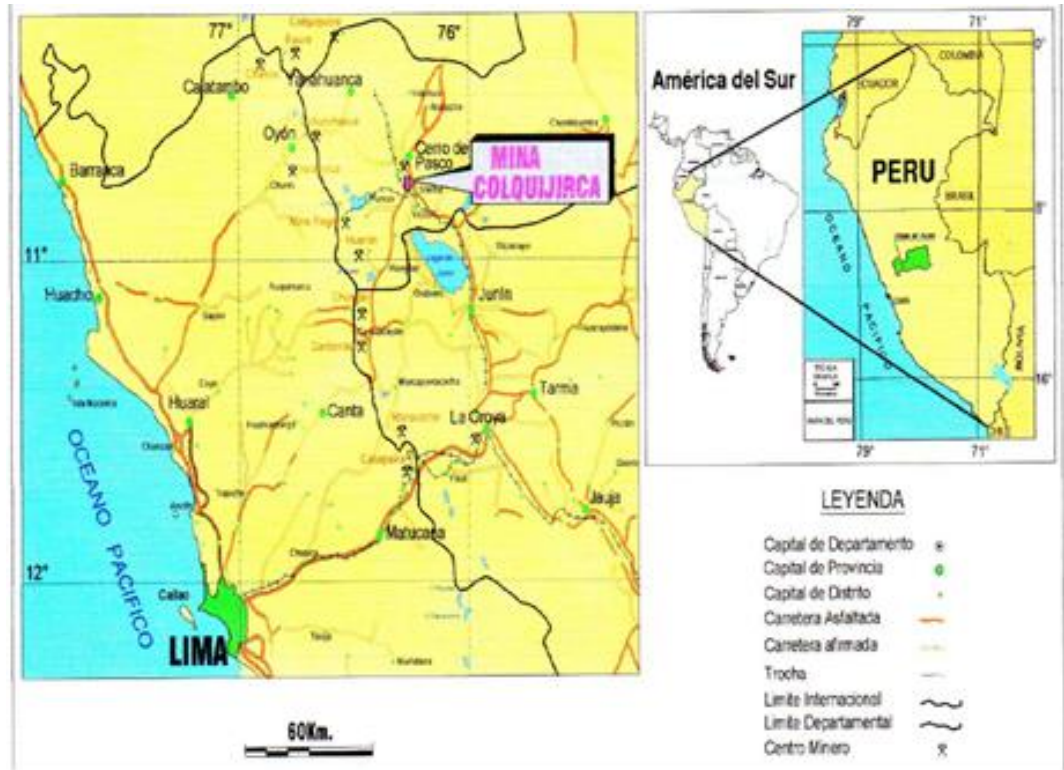


Figura 17. Ubicación geográfica de la U.M. Colquijirca. Adaptado de “Geología del distrito minero de Colquijirca y control estructural en Marcapunta y Smelter, Sociedad Minera el brocal S.A.A. Cerro de Pasco”, por R. Caballero. Tesis (Título de Ingeniera de Minas)

B) Antecedentes

“Durante las dos primeras décadas del siglo XX, el yacimiento de Colquijirca llegó a ser, en diferentes años, el principal productor de plata en toda América. Poco después, a partir de 1930 la mina empezó a producir plomo, zinc y posteriormente cobre, debido al rápido agotamiento de sus ricas reservas argentíferas. Actualmente, la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. continúa explotando minerales polimetálicos por tajo abierto y mina subterránea a un ritmo de 10,000 TM. /día con leyes de 3.5% en Zn 1.8% Pb, 2Oz/ TM. Ag y 1.8% de Cu”. (8)

Ahlfeld (1932), Lindgren (1935) y Mckinstry (1936) publicaron estudios geológicos en relación a este importante asiento minero. Estos autores concluyeron que las concentraciones metálicas en forma de mantos se habrían depositados, a partir de soluciones hidrotermales, reemplazando selectivamente ciertos horizontes sedimentarios plegados de las Calizas Calera

“Aunque en menor grado, la edad de las rocas encajonantes también es materia de controversia científica, las Calizas Calera fueron consignadas por Mc. LcLaughlin (1924) y Jenks (1951) al Terciario; Ahlfeld (1932) y Boit (1953) asignan a la misma unidad litoestratigráfica una edad Triásico Superior” (8).

C) Accesibilidad

Vías de acceso: Lima-La Oroya-Cerro de Pasco

El acceso es por medio de la carretera central de Lima-La Oroya-Cerro de Pasco, a partir del km 294 se toma un cruce en el que va hacia la mina de Colquijirca.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Métodos y Alcances de la Investigación

3.1.1. Método general

El método general de la investigación es el científico y como método específico es inductivo-deductivo.

3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que tiene por principio aplicar los conocimientos de la investigación básica, y bajo estos parámetros se propone solucionar el problema del desgaste de los aceros de perforación.

3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo-correlacional, el propósito consiste en explicar el procedimiento de la supervisión de los aceros de perforación con la finalidad de evaluar su vida útil para solucionar el problema del desgaste prematuro, y en la parte correlacional se busca establecer la relación que existe entre las variables.

3.2. Diseño de Investigación

El trabajo de investigación es experimental, ya que el investigador empleará estrategias con la finalidad de manipular las variables en buscar de encontrar la respuesta a las incógnitas planteadas.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población está constituida por las labores pertenecientes al nivel 3960 Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Unidad Minera Colquijirca 2019.

3.3.2. Muestra

La muestra es no probabilística y por consiguiente no aleatoria, está compuesta por la galería 8942 E (-) Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Unidad Minera Colquijirca 2019.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

- a) La entrevista personalizada.
- b) Observación.
- c) Encuestas.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- a) Equipo de cómputo.
- b) Memorias USB.
- c) Cámara fotográfica.
- d) Flexómetro.
- e) Huincha
- f) Termómetro
- g) Tacómetro
- h) Equipo para centrar brocas
- i) Equipo de afilado de brocas

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis Enfocado al Afilado de Brocas

4.1.1. Máquinas y equipos empleados para el afilado en la U.M. Colquijirca

Para realizar nuestro trabajo de afilar las brocas y así seguir utilizándolos, empleamos las siguientes máquinas afiladoras:

A. Máquina afiladora BQ3: Para el afilado de brocas:

La cantidad de brocas por afilar en la U.M. Colquijirca son muchas, debido a que cuentan con muchos equipos y el terreno a perforar es muy duro (número de brocas que utilizan). Por eso implementamos las dos máquinas semiautomáticas y así poder cubrir la cantidad de brocas que salen por afilar.



Características	
Altura máxima de broca	200 mm
Diámetro máximo de broca	127 mm
Distancia mínima entre botones	3.5 mm
Salida, motor husillo	1.50 kW
Salida, motor de accionamiento de mesa de	0.37 kW
Salida, motor de la bomba de fluido refrigerante	0.44 Kw
Tensión, luces de trabajo (40 W E27)	24 V
Presión de aire, mínimo	80 psi / 5.5 bar
Presión de aire, máximo	101 psi / 7 bar
Consumo de aire	40 l/min
Velocidad, husillo (50 Hz)	14.900 r/min
Velocidad, husillo (60 Hz)	14.900 r/min
Velocidad, tabla (50 Hz)	62 r/min
Velocidad, tabla (60 Hz)	74 r/min
Capacidad del tanque de fluido refrigerante	22 l
Peso, exclusivo de embalaje	222 kg
Nivel de ruido durante la molienda **	96.5 dB(A)
Nivel de potencia acústica durante el rectificado ***	101 dB(A)
Nivel de vibración durante la molienda ****	< 2.5 m/s ²

Figura 18. Máquina afiladora Bq3

➤ Muelas de afilado de brocas



Figura 19. Muelas de afilado

Para realizar el afilado de brocas tenemos que tener en cuenta que las brocas tienen dos tipos de insertos (periféricos y centrales), la cual cada uno de

estos tiene una medida diferente de copa la cual mostraremos en la siguiente tabla:

Tabla 6. *Medidas de muelas*

Diámetro	Medida de muela para los centrales	Medida de muela para los periféricos
38mm	7 (87004554)	9 (87003969)
45mm	9 (87003969)	10 (87003970)
51mm	9 (87003969)	11 (87003971)
64mm	10 (87003970)	11 (87003971)
89 mm	13 (87003973)	13 (87003973)
102mm	13 (87003973)	13 (87003973)
127mm	13 (87003973)	13 (87003973)
152mm	13 (87003973)	13 (87003973)

B. Máquina Grind Matig HG, para el afilado y devastado de brocas:

La máquina manual, que es la Grind Matig HG, cumple con el trabajo de afilado y devastado. Pero el U.M. Colquijirca la empleamos puntualmente para el devastado, debido a que la mayoría de los terrenos para perforar son muy duros (las brocas salen muy sobre-perforadas).

Características	
Presión de aire, máx	7 bar
Requisito de aire (a 6 bar)	
descarga	50 l/s
carga	42 l/s
Presión de agua, máx	4.5 bar
Speed, max	17000 r/min
Tamaños de manguera	
aire	12,5 mm (1/2 ")
agua	6,3 mm (1/4")
Peso excluyendo mangueras	2,8 kg
Nivel de presión del sonido *	91 dB (A)
Nivel de potencia acústica **	104 dB (A)
Nivel de vibración * **	<2.5 m / s ²

Figura 20. Máquina Grind Matig Hg

➤ Copas de afilado y devastado de brocas



Figura 21. Copas de afilado y devastado

Para poder afilar las diferentes brocas con la máquina GRIND MATIG HG, se tiene que tener en cuenta las diferentes medidas de copas como mostramos en el siguiente cuadro.

Tabla 7. Medidas de copas de afilado

AFILADO		
Diámetro	Medida de copa para los centrales	Medida de copa para los periféricos
38mm	7(87005110)	9 (87005112)
45mm	8 (87005111)	9 (87005112)
51mm	9 (87005112)	11 (87005114)
64mm	10 (87005113)	11 (87005114)
89 mm	13 (87005116)	13 (87005116)
102mm	13 (87005116) esférico	13 (87003413) balístico
127mm	13 (87005116)	13 (87005116)
152mm	13 (87005116)	13 (87005116)

Tabla 8. Medidas de copas de devastado

DEVASTADO	
DIÁMETRO DE COPA	Código
7mm–8mm	87002700
9mm–10mm	87002701
11mm–12mm	87002702
13mm–14mm	87002703

4.1.2. Procedimiento para tener un buen afilado

Es muy importante conocer el funcionamiento correcto para tener un afilado de calidad con ambas máquinas, debido a que es muy importante para la perforación. Para ello se desarrolló el procedimiento adecuado para cumplir con dicho objetivo (calidad de afilado).

A. Con la máquina semiautomática Grind Matic BQ3

Antes

- I. Identificar Peligros, Evaluar Riesgos y Aplicar Controles (IPERC) en las tareas a realizar.
- II. Verificar el buen estado de los EPP, equipos, herramientas y materiales a utilizar.
- III. Verificar el suministro de aire (6 bares) en el manómetro del equipo y corriente eléctrica (440v) a la aguzadora semiautomática BQ3.
- IV. Abrir la válvula de aire hasta la mitad haciendo que purgue el aire para evitar la presencia e ingreso de agua a la aguzadora semiautomática BQ3.
- V. Clasificar las brocas en orden y de acuerdo a su desgaste, luego proceder a designarles muelas de aguzado.
- VI. Abrir en su totalidad la válvula de aire y activar el interruptor de energía eléctrica.

Durante

- VII. Posicionar el bit holder con el ángulo adecuado para afilar los insertos periféricos de acuerdo al tipo de broca (según manual).
- VIII. Colocar la broca devastada previamente sobre el *indexing template* para realizar el aguzado.
- IX. Colocar la muela de aguzado correspondiente, según el tipo de broca, para realizar el aguzado.
- X. Centralizar el inserto de la broca a aguzar con el brazo centralizador de botones.
- XI. Iniciar el aguzado activando el botón de giro de plato y luego el de giro de muela de aguzado para que se posicione sobre el inserto.
- XII. Observar hasta que concluya el aguzado del inserto y desactivar ambos botones (giro de plato y giro de muela).
- XIII. Retirar la broca y colocar el plato en un ángulo de 90° para aguzar los insertos centrales.
- XIV. Colocar la muela de aguzado correspondiente al tipo de inserto a aguzar.
- XV. Realizar el mismo procedimiento de aguzado para los insertos centrales.

- XVI. Luego de culminar con el aguzado de los insertos centrales, retirar la broca.

Después

- XVII. Retirar el *bit holder* colocado para posicionar las brocas.
- XVIII. Retirar la muela de aguzado de la aguzadora semiautomática BQ3.
- XIX. Cerrar válvula de aire y desactivar el interruptor de energía eléctrica.
- XX. Realizar la limpieza respectiva de la aguzadora semiautomática BQ3.
- XXI. Realizar orden y limpieza en su zona de trabajo.

B. Con la afiladora neumática HG

Antes

- I. Identificar Peligros, Evaluar Riesgos y Aplicar Controles (IPERC) en las tareas a realizar.
- II. Verificar el buen estado de los EPP, equipos, herramientas y materiales a utilizar.
- III. Verificar el abastecimiento de aire (suficiente para el funcionamiento de la máquina aguzadora) a la aguzadora neumática HG.
- IV. Verificar el nivel de aceite de la lubricadora.
- V. Abrir la válvula de aire hasta la mitad haciendo que purgue el aire para evitar la presencia e ingreso de agua a la aguzadora neumática HG.
- VI. Clasificar las brocas en orden y de acuerdo a su desgaste; proceder a designarle copas de aguzado o devastadores según su requerimiento.
- VII. Abrir en su totalidad la válvula de aire.

Durante

- VIII. Posicionar las brocas a aguzar o devastar en el trípode de soporte de brocas.
- IX. Posicionar las copas de aguzado o devastadores en el Mandril de acuerdo al tipo de inserto que se requiera aguzar o devastar (según manual).
- X. Centralizar el inserto de la broca a aguzar ya se esto con la copa de afilado o el devastador.
- XI. Iniciar con el aguzado.

- XII. Observar hasta que concluya el aguzado o devastado del inserto y cortar el flujo de aire una vez se haya alcanzado la forma ideal.
- XIII. Realizar el mismo procedimiento de aguzado o devastado para los insertos centrales con las medidas respectivas de copas o devastadores.
- XIV. Luego de culminar con el aguzado o devastado de los insertos centrales, retirar la broca.
- XV. Ponerse todos los implementos de protección personal
- XVI. Orden y limpieza
- XVII. Verificar el buen estado del equipo de aguzado y sus accesorios (engrase).
- XVIII. Clasificación de brocas según desgaste de los insertos con calibrador.
- XIX. Verificar la presión del aire comprimido, chequear el nivel de aceite de la lubricadora.
- XX. Colocar las brocas en orden y de acuerdo al desgaste que tengan, separándolas de acuerdo al desgaste, para designarle copas de aguzado según su desgaste.
- XXI. Se procede con el aguzado
- XXII. Una vez culminado el aguzado, cortar el flujo de aire comprimido, agua, limpiar la aguzadora y proceder a su engrase.
- XXIII. Dejar toda el área de aguzado ordenado y limpio.

Después

- XXIV. Retirar las copas de aguzado o devastado del Mandrill.
- XXV. Cerrar válvula de aire.
- XXVI. Realizar la limpieza respectiva de la máquina aguzadora HG.
- XXVII. Realizar orden y limpieza en su zona de trabajo.

4.1.3. Consideraciones para el buen afilado

Existen varios criterios para el optar el correcto afilado y son las siguientes:

- Ángulo de Afilado

El ángulo de afilado nos ayudara a rectificar el efecto contra-cono, ya que el tamaño de los insertos de carburo debe mantener una holgura de 0.5 mm en relación al cuerpo de la broca (separación del cuerpo de la broca).

Tabla 9. *Parámetros de ángulo de afilado*

EQUIPO	BROCA DIÁMETRO	ÁNGULO DE AFILADO
SIMBA	64 mm	35°
	89 mm	35°
	127 mm	35°
JUMBO	51 mm	35°
	102 mm	35°
EMPERNADOR	38 mm	30°



Figura 22. Ángulo de inclinación

➤ Refrigeración

Se debe de utilizar el agua como refrigeración para así poder evitar el desgaste prematuro de los componentes para el afilado, evitar también el polvo metálico para prevenir alguna enfermedad ocupacional, y el recalentamiento de la broca y de la máquina afiladora.

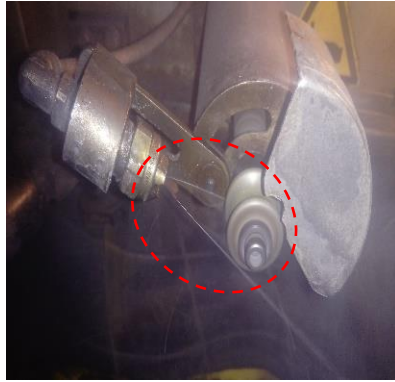


Figura 23. Refrigeración para el afilado (agua)

Al no utilizar la refrigeración adecuada (agua) estaremos expuesto al desgaste prematuro de los insertos de la broca, copa de afilado o muelas de afilado.



Figura 24. Desgaste prematuro de la muela (afilar sin agua)

- Centralización de la muela con el inserto:

Se debe de centralizar correctamente la muela con el inserto de la broca para poder evitar la deformación de los insertos y un desgaste inapropiado de la muela de afilado, esto llevara a generar deficiencia al realizar la perforación.



Figura 25. Centralización de la broca



Figura 26. Deformación del inserto por centralización incorrecto



Figura 27. Correcta centralización

➤ Fuerza de afilado ejercida en el inserto:

Se debe de mantener una fuerza constante del brazo generando un adecuado afilado del inserto, debido a que al generar demasiada fuerza se tendrá el problema de desgaste inapropiado del inserto de carburo (achatamiento del inserto).



Figura 28. Fuerza de afilado (brazo)

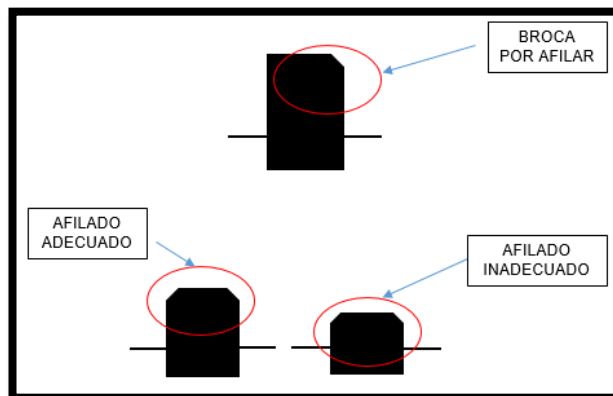


Figura 29. Achatamiento del inserto por demasiada fuerza

4.1.4. ¿Por qué una broca debe de afilarse?

- Prevenir daños adicionales en la broca.
- Aumentar la vida útil de la broca y de toda la línea de varillaje.

- Aumentar la velocidad de penetración promedio durante la vida útil de la broca.
- Para cuidar los componentes de la perforadora.
- Para reducir el riesgo de daño en los botones (insertos).
- Incremento de la productividad.
- Disminución del consumo de aceros de perforación.
- Menor desviación de los taladros
- Mayor eficiencia de perforación.

4.1.5. ¿Cuándo es buen afilado?

- Cuando no hubo la reducción del tamaño del inserto (achatamiento).
- Cuando los insertos mantienen su misma forma (balístico o esférico).
- Cuando tienen el efecto contra-cono.
- Cuando no existe piel de serpiente.

En conclusión, se deja a todos los insertos (periféricos y centrales) de la broca casi en su estado esférico o balístico como cuando era nueva, para obtener una buena penetración de roca y una adecuada vida útil de todos los componentes de la perforadora.



Figura 30. Mal / buen afilado


4.1.6. Descarte de brocas

Teniendo en cuenta que cada broca tiene un rendimiento y una vida útil, en algunas circunstancias también se puede descartar por algunas ocurrencias no deseadas.



A. Descarte de brocas presentado más común en la U.M. Colquijirca:

Teniendo en cuenta que cada broca tiene un rendimiento y una vida útil también se puede descartar por algunas ocurrencias no deseadas. Para descartar una broca se tiene que tener criterios.

Tabla 10. *Criterios de descarte de brocas presentado en la Mina El Brocal-Colquijirca*

CONDICIÓN	FOTOGRAFÍA	CAUSA	RECOMENDACIÓN
PÉRDIDA DE INSERTOS		<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste excesivo del cuerpo. • Percusión en vacío. • Perforando en condiciones de roca no consolidadas. • Incorrecta relación de tamaño entre botón y agujero para el botón. • Presión inadecuada de avance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar parámetros de perforación a las condiciones de roca. • No percutar mucho al menos que la broca este pegada en la roca. • Incrementar la presión de avance. • Use presión de percusión reducido en el emboquillado en superficies irregulares.

<p>INSERTOS PICADOS</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Intervalo de afilado inapropiado. • Sobre-perforación con la roca. • No hay contacto entre el botón y la roca en el impacto. • Micro-fisuras. <p>Sobre-perforación en roca suave y no abrasiva que deja la superficie de los botones con brillo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar los insertos y afilarlos para evitar la piel de serpiente. • Afilar el botón cuando el desgaste es de 1/3 del diámetro del botón. • Seleccionar brocas con carburos adecuados a la dureza de la roca. • No comenzar la percusión hasta que la broca este en contacto con la roca.
<p>INSERTOS DESTRUIDOS BAJO EL NIVEL DEL CUERPO DE LA BROCA</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Piel de serpiente. <p>Sobre-perforación en roca suave y no abrasiva que deja la superficie de los botones con brillo y fatiga en la superficie de los carburos cementados que se ven como piel de serpiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobre-perforación. • Intervalo de afilamiento incorrecto 	<ul style="list-style-type: none"> • No afilar en seco porque puede provocar piel de serpiente. • Regularmente inspeccionar los botones y re-afilarlos, aunque no parezcan estar desgastados para remover las micro-fisuras en la superficie de los botones. • Acotar los intervalos de afilado cuando se perfora en rocas no-abrasivas

<p>DESGASTE PREMATURO DE HILOS</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar con barras desgastadas en los hilos. • Demasiada rotación y empuje. • Por falta de engrase a las roscas de las brocas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Engrasar la rosca de la broca. • No ejercer demasiada rotación. • Rotar las brocas y barras. • Verificar el estado de los hilos de las roscas de la barra. 																		
<p>RAJADURA EN EL BORDE DE LA BROCA</p>		<ul style="list-style-type: none"> • No colocar bien la broca (suelto) y perforar consecuentemente. • Mal emboquillado al momento de iniciar la perforación de un taladro. • Perforación con roscas gastadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la percusión y avance cuando se emboquilla. • Desaflojar la broca con el mecanismo de impacto mientras se apoya sobre la superficie de la roca. • No percutar en vacío. 																		
<p>DESCARTE POR DIÁMETRO</p>	<table border="1" data-bbox="464 1406 708 1644"> <thead> <tr> <th>BROCAS mm</th> <th>DESCARTE POR mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>38 mm</td> <td>< 35 mm</td> </tr> <tr> <td>45 mm</td> <td>< 43 mm</td> </tr> <tr> <td>51 mm</td> <td>< 46 mm</td> </tr> <tr> <td>64 mm</td> <td>< 60 mm</td> </tr> <tr> <td>89 mm</td> <td>< 84 mm</td> </tr> <tr> <td>102 mm</td> <td>< 95 mm</td> </tr> <tr> <td>127 mm</td> <td>< 120 mm</td> </tr> <tr> <td>152 mm</td> <td>< 145 mm</td> </tr> </tbody> </table>	BROCAS mm	DESCARTE POR mm	38 mm	< 35 mm	45 mm	< 43 mm	51 mm	< 46 mm	64 mm	< 60 mm	89 mm	< 84 mm	102 mm	< 95 mm	127 mm	< 120 mm	152 mm	< 145 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre-perforación. • Falta de rotación de brocas. • Desgaste del cuerpo de la broca por perforar en terreno abrasivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar un juego de brocas adecuado para la rotación de brocas. • Afilado adecuado de las brocas. • Mantenimiento de las brocas en su debido momento.
BROCAS mm	DESCARTE POR mm																				
38 mm	< 35 mm																				
45 mm	< 43 mm																				
51 mm	< 46 mm																				
64 mm	< 60 mm																				
89 mm	< 84 mm																				
102 mm	< 95 mm																				
127 mm	< 120 mm																				
152 mm	< 145 mm																				

4.2. Análisis enfocado al tipo de roca

4.2.1. Pruebas realizadas para el cálculo de vida útil (rendimiento) de las brocas, antes y después del estudio

Desde el 01-05-2019 al 28-07-2019 en el turno día/noche con ayuda de los operadores de los equipos de jumbos, emperadores y simbas, se realizó las respectivas pruebas de las brocas en las diferentes galerías (tipo de roca) del nivel 3960 para adquirir como resultado la vida útil de las brocas.




Procedimiento. Se le brindó una broca nueva al operador de cada equipo codificado (marcado) con una nomenclatura a criterio. Al finalizar la guardia, el operador después de perforar entregó la broca usada para su respectivo afilado y el metraje obtenido con dicha broca. Una vez afilado, se le volvió a brindar al operador la broca para realizar la misma actividad de perforar y entregar la broca usada para el afilado y el metraje obtenido con la broca afilada después de finalizar la guardia. Esta acción se realizó hasta considerar un descarte adecuado de la broca.

Criterios a considerar hasta el descarte de la broca. Primero, el nivel a trabajar deberá de ser el mismo, porque el tipo y características del terreno será muy semejante. Segundo, el equipo utilizado deberá ser el mismo, porque tendrá las mismas características mecánicas. Tercero, el operador deberá ser la misma persona, porque la forma de trabajo es única. Cuarto, la broca deberá de ser bien marcada (martillo y marcador de acero) por una nomenclatura, porque al retornar la broca después de perforar se debe de notar dicha marca.




A. Cálculo de la vida útil antes del estudio

Dicho cálculo del rendimiento de las brocas se realiza considerando la supervisión empleada anteriormente (estado inicial).



EQUIPO	EMPERNADOR - 700
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1613
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"X-5"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1613, tuvo una duración de 33.6 m.
N. DE TALADROS	7	6	3	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	2.1 m	
DIÁMETRO DE BROCA	36.9 mm	35.8 mm	34.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	14.7 m	12.6 m	6.3 m	33.6 m




EQUIPO	EMPERNADOR - 700
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1633
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"X-6"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1633, tuvo una duración de 30.3m.
N. DE TALADROS	7	6	5	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	0.6 m	
DIÁMETRO DE BROCA	36.5 mm	35.5 mm	34.3 mm	
LONGITUD DE TALADRO	14.7 m	12.6 m	3 m	30.3m




EQUIPO	EMPERNADOR - 701
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1653
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"X-7"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1653, tuvo una duración de 35.7 m.
N. DE TALADROS	8	5	4	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	2.1 m	
DIÁMETRO DE BROCA	36.8 mm	36 mm	34.6 mm	
LONGITUD DE TALADRO	16.8 m	10.5 m	8.4 m	35.7 m




EQUIPO	EMPERNADOR - 701
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1673
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"X-8"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1673, tuvo una duración de 33.3m.
N. DE TALADROS	6	6	9	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	0.9 m	
DIÁMETRO DE BROCA	37 mm	35.9 mm	35 mm	
LONGITUD DE TALADRO	12.6 m	12.6 m	8.1 m	33.3m




EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1593
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"5"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 51mm en la GL_1593, tuvo una duración de 102.58m.
N. DE TALADROS	15	10	7	
LONGITUD DE TALADRO	3 m	3.6 m	3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	50 mm	48.5 mm	45.5 mm	
LONGITUD DE TALADRO	45 m	36.58 m	21 m	102.58 m




EQUIPO	JUMBO – 35
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1613
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"3"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 51mm en la GL_1613, tuvo una duración de 106.08 m
N. DE TALADROS	10	10	9	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.6 m	
DIÁMETRO DE BROCA	50.5 mm	49 mm	45 mm	
LONGITUD DE TALADRO	36.58 m	36.58 m	32.922 m	106.08 m




EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1653
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"Y-10"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 51mm en la GL_1653, tuvo una duración de 109.46 m.
N. DE TALADROS	10	10	11	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	51.8 mm	48.9 mm	45.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	36.58 m	36.58 m	36.3 m	109.46 m




EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1593
ACERO	BROCA DOMO 102MM
CÓDIGO	"C-5"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 102mm en la GL_1593, tuvo una duración de 49.5 m.
N. DE TALADROS	6	5	3	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	101 mm	98.9 mm	95.8mm	
LONGITUD DE TALADRO	21.6 m	18 m	9.9 m	49.5 m




EQUIPO	JUMBO – 35
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1613
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"C-7"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 102mm en la GL_1593, tuvo una duración de 56.1 m.
N. DE TALADROS	6	6	5	
LONGITUD DE TALADRO	3.3 m	3.3 m	3.3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	100.9 mm	99.6 mm	95.6mm	
LONGITUD DE TALADRO	19.8 m	19.8 m	16.5 m	56.1 m




EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1653
ACERO	BROCA DOMO 102MM
CÓDIGO	"C-9"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 102mm en la GL_1593, tuvo una duración de 51.3 m.
N. DE TALADROS	6	6	3	
LONGITUD DE TALADRO	3.3 m	3.6 m	3.3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	100.5 mm	99.3 mm	97mm	
LONGITUD DE TALADRO	19.8 m	21.6 m	9.9 m	51.3 m




EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1633
ACERO	BROCA T38 X 64MM
CÓDIGO	"3"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 64mm en el TJ_1633, tuvo una duración de 66.66 m.
N. DE TALADROS	3	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	11.153 m	11.6 m	10 m	
DIÁMETRO DE BROCA	63.5 mm	62 mm	60 mm	
LONGITUD DE TALADRO	33.46 m	23.2 m	10 m	66.66 m



EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1653
ACERO	BROCA T38 X 64MM
CÓDIGO	"L-2"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 64mm en el TJ_1653, tuvo una duración de 68.96 m.
N. DE TALADROS	3	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	11.1 m	11.7 m	12.26 m	
DIÁMETRO DE BROCA	63.5 mm	62.5 mm	60 mm	
LONGITUD DE TALADRO	33.3 m	23.4 m	12.26 m	68.96 m




EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1633
ACERO	BROCA DOMO 127MM
CÓDIGO	"L-4"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 127mm en el TJ_1633, tuvo una duración de 50 m.
N. DE TALADROS	2	1	1	
LONGITUD DE TALADRO	12.5 m	12.5 m	12.5 m	
DIÁMETRO DE BROCA	126.2 mm	123 mm	122.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	25 m	12.5 m	12.5 m	50 m


EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1653
ACERO	BROCA DOMO 127MM
CÓDIGO	"L-5"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 127mm en el TJ_1653, tuvo una duración de 56.34 m.
N. DE TALADROS	2	1	1	
LONGITUD DE TALADRO	14.09 m	14.09 m	14.09 m	
DIÁMETRO DE BROCA	125.9 mm	123.9 mm	123 mm	
LONGITUD DE TALADRO	28.18 m	14.09 m	14.09 m	56.36 m




EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1613
ACERO	BROCA T45 X 89MM
CÓDIGO	"L-7"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 89mm en el TJ_1613, tuvo una duración de 77.76 m.
N. DE TALADROS	3	3	3	
LONGITUD DE TALADRO	9.2 m	8.4 m	8.32 m	
DIÁMETRO DE BROCA	88.7 mm	87.5 mm	85.1 mm	
LONGITUD DE TALADRO	27.6 m	25.2 m	24.96 m	77.76 m

EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1673
ACERO	BROCA T45 X 89MM
CÓDIGO	"L-8"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 89mm en el TJ_1673, tuvo una duración de 80.26 m.
N. DE TALADROS	2	2	2	
LONGITUD DE TALADRO	14.2 m	12.9 m	13.03 m	
DIÁMETRO DE BROCA	88.9 mm	87.7 mm	84.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	28.4 m	25.8 m	26.06 m	

EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1613
ACERO	BROCA T45 X 152MM
CÓDIGO	"L-10"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 152mm en el TJ_1613, tuvo una duración de 63.5 m.
N. DE TALADROS	2	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	12.7 m	12.7 m	12.7 m	
DIÁMETRO DE BROCA	151.8 mm	149.8 mm	146.4 mm	
LONGITUD DE TALADRO	25.4 m	25.4 m	12.7 m	63.5 m

EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1673
ACERO	BROCA T45 X 152MM
CÓDIGO	"L-11"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 152mm en el TJ_1673, tuvo una duración de 68.4 m.
N. DE TALADROS	2	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	13.64 m	13.64 m	13.64 m	
DIÁMETRO DE BROCA	150.9 mm	148.7 mm	1146 mm	
LONGITUD DE TALADRO	27.28 m	27.28 m	13.84 m	68.4 m

✓ Resumen de los resultados del rendimiento de las brocas antes del estudio

En el cuadro se puede observar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas respecto al cálculo de vida útil (rendimiento) de las brocas, donde se registra las diferentes pruebas realizadas.




Tabla 11. Resultados de la vida útil antes del estudio

DESCRIPCIÓN DE LA BROCA	DIÁMETRO	NIVEL 3960									
		GL_1593		GL_1613		GL_1633		GL_1653		GL_1673	
		EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE
BROCA BOTÓN SR28 X 38MM	38 mm	-	-	E-700	33.6 m	E-700	30.3 m	E-701	35.7 m	E-701	33.3 m
BROCA SR35 X 51MM BOT. ESF.	51 mm	J-38	102.58 m	J-35	106.08 m	-	-	J-38	109.46 m	-	-
BROCA DOMO SR35 102MM ESF.	102 mm	J-38	49.5 m	J-35	56.1 m	-	-	J-38	51.3 m	-	-
BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	64 mm	-	-	-	-	S-20	66.66 m	S-20	68.96 m	-	-
BROCA DOMO T38 X 127MM ESF.	127 mm	-	-	-	-	S-20	50 m	S-20	56.36 m	-	-
BROCA T45 x 89MM POWERBIT	89 mm	-	-	S-27	77.76 m	-	-	-	-	S-27	80.26 m
BROCA RIMADORA T45 152 MM	152 mm	-	-	S-27	63.5 m	-	-	-	-	S-27	68.40 m




B. Cálculo de la vida útil después del estudio

Dicho cálculo del rendimiento de las brocas se realiza considerando la supervisión empleada actualmente.




EQUIPO	EMPERNADOR - 700
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1713
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"L-10"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1713, tuvo una duración de 39.9 m.
N. DE TALADROS	8	7	4	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	2.1 m	
DIÁMETRO DE BROCA	37 mm	36.5 mm	34.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	16.8 m	14.7 m	8.4 m	39.9 m



EQUIPO	EMPERNADOR - 700
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1733
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"L-11"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1733, tuvo una duración de 42 m.
N. DE TALADROS	8	7	5	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	2.1 m	
DIÁMETRO DE BROCA	37.5 mm	36.8 mm	34.5 mm	
LONGITUD DE TALADRO	16.8 m	14.7 m	10.5 m	42 m




EQUIPO	EMPERNADOR - 701
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1773
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"L-12"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1773, tuvo una duración de 40.5 m.
N. DE TALADROS	8	7	10	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	0.9 m	
DIÁMETRO DE BROCA	37.9 mm	37.3 mm	34.7 mm	
LONGITUD DE TALADRO	16.8 m	14.7 m	9 m	40.5 m




EQUIPO	EMPERNADOR - 701
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1793
ACERO	BROCA SR28 X 38MM
CÓDIGO	"L-13"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 38mm en la GL_1793, tuvo una duración de 41.7 m.
N. DE TALADROS	9	7	9	
LONGITUD DE TALADRO	2.1 m	2.1 m	0.9 m	
DIÁMETRO DE BROCA	37.7 mm	36.5 mm	34.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	18.9 m	14.7 m	8.1 m	41.7 m



EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1713
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"C-10"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 51mm en la GL_1713, tuvo una duración de 122.4 m.
N. DE TALADROS	12	11	11	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.6 m	
DIÁMETRO DE BROCA	50.8 mm	49 mm	46 mm	
LONGITUD DE TALADRO	43.2 m	39.6 m	39.6 m	122.4 m




EQUIPO	JUMBO – 35
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1753
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"C-11"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 51mm en la GL_1753, tuvo una duración de 126 m
N. DE TALADROS	12	12	11	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.6 m	
DIÁMETRO DE BROCA	50.5 mm	48.7 mm	45.9 mm	
LONGITUD DE TALADRO	43.2 m	43.2 m	39.6 m	126 m




EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1793
ACERO	BROCA SR35 X 51MM
CÓDIGO	"C-12"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 51mm en la GL_1793, tuvo una duración de 121.5 m.
N. DE TALADROS	12	12	13	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	2.7 m	
DIÁMETRO DE BROCA	49 mm	47 mm	45.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	43.2 m	43.2 m	35.1 m	121.5 m




EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1713
ACERO	BROCA DOMO 102MM
CÓDIGO	"C-15"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 102mm en la GL_1713, tuvo una duración de 64.8 m.
N. DE TALADROS	6	6	6	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.6 m	
DIÁMETRO DE BROCA	100.5 mm	99.3 mm	97mm	
LONGITUD DE TALADRO	21.6 m	21.6 m	21.6 m	64.8 m




EQUIPO	JUMBO – 35
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1753
ACERO	BROCA DOMO 102MM
CÓDIGO	"C-16"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 102mm en la GL_1753, tuvo una duración de 69.6 m.
N. DE TALADROS	6	6	8	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	100.3 mm	98.8 mm	96mm	
LONGITUD DE TALADRO	21.6 m	21.6 m	26.4 m	69.6 m

EQUIPO	JUMBO – 38
NIVEL	NV_3960
LABOR	GL_1793
ACERO	BROCA DOMO 102MM
CÓDIGO	"C-17"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 102mm en la GL_1793, tuvo una duración de 63 m.
N. DE TALADROS	6	6	6	
LONGITUD DE TALADRO	3.6 m	3.6 m	3.3 m	
DIÁMETRO DE BROCA	101 mm	99.3 mm	95.8mm	
LONGITUD DE TALADRO	21.6 m	21.6 m	19.8 m	63 m




EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1733
ACERO	BROCA T38 X 64MM
CÓDIGO	"X-10"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 64mm en el TJ_1733, tuvo una duración de 75.4 m.
N. DE TALADROS	3	3	1	
LONGITUD DE TALADRO	11.1 m	11.4 m	7.9 m	
DIÁMETRO DE BROCA	62.5 mm	61.5 mm	59.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	33.3 m	34.2 m	7.9 m	

EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1773
ACERO	BROCA T38 X 64MM
CÓDIGO	"X-11"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 64mm en el TJ_1773, tuvo una duración de 79.1 m.
N. DE TALADROS	3	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	11.5 m	11.5 m	10.1 m	
DIÁMETRO DE BROCA	63.1 mm	62 mm	59.9 mm	
LONGITUD DE TALADRO	34.5 m	34.5 m	10.1 m	79.1 m

EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1733
ACERO	BROCA DOMO 127MM
CÓDIGO	"X-12"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 127mm en el TJ_1733, tuvo una duración de 65.02 m.
N. DE TALADROS	2	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	13.01 m	13 m	13 m	
DIÁMETRO DE BROCA	126.2 mm	124.7 mm	121.8 mm	
LONGITUD DE TALADRO	26.02 m	26 m	13 m	65.02 m




EQUIPO	SIMBA-20
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1773
ACERO	BROCA DOMO 127MM
CÓDIGO	"x-13"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 127mm en el TJ_1773, tuvo una duración de 68.9 m.
N. DE TALADROS	2	2	1	
LONGITUD DE TALADRO	13.78 m	13.78 m	13.78 m	
DIÁMETRO DE BROCA	126 mm	124.3 mm	121.4 mm	
LONGITUD DE TALADRO	27.56 m	27.56 m	13.78 m	68.9 m




EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1713
ACERO	BROCA T45 X 89MM
CÓDIGO	"M-10"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 89mm en el TJ_1713, tuvo una duración de 90.4 m.
N. DE TALADROS	4	3	3	
LONGITUD DE TALADRO	9.5 m	8.92 m	8.54 m	
DIÁMETRO DE BROCA	88.7 mm	86.5 mm	85 mm	
LONGITUD DE TALADRO	38 m	26.76 m	25.64 m	90.4 m




EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1773
ACERO	BROCA T45 X 89MM
CÓDIGO	"M-11"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca de 89mm en el TJ_1773, tuvo una duración de 89.2 m.
N. DE TALADROS	4	3	3	
LONGITUD DE TALADRO	9.1 m	9 m	8.6 m	
DIÁMETRO DE BROCA	88.7 mm	86.5 mm	85 mm	
LONGITUD DE TALADRO	36.4 m	27 m	25.8 m	89.2 m

EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1713
ACERO	BROCA T45 X 152MM
CÓDIGO	"M-12"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 152mm en el TJ_1713, tuvo una duración de 75.12 m.
N. DE TALADROS	2	2	2	
LONGITUD DE TALADRO	12.52 m	12.52 m	12.52 m	
DIÁMETRO DE BROCA	151.1 mm	148.5 mm	146.9 mm	
LONGITUD DE TALADRO	25.04 m	25.04 m	25.04 m	75.12 m

EQUIPO	SIMBA – 27
NIVEL	NV_3960
LABOR	TJ_1773
ACERO	BROCA T45 X 152MM
CÓDIGO	"M-13"
EVIDENCIA	

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	OBSERVACIÓN
EVIDENCIA				La broca rimadora de 152mm en el TJ_1773, tuvo una duración de 74.58 m.
N. DE TALADROS	2	2	2	
LONGITUD DE TALADRO	12.43 m	12.43 m	12.43 m	
DIÁMETRO DE BROCA	151.1 mm	148.5 mm	146.9 mm	
LONGITUD DE TALADRO	24.86 m	24.86 m	24.86 m	74.58 m

✓ Resumen de resultados del rendimiento de las brocas después del estudio:

En el cuadro se puede observar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas respecto al cálculo de vida útil (rendimiento) de las brocas, donde se registra las diferentes pruebas realizadas después del estudio y colocando el resultado en cada galería respectiva del nivel 3960.

Tabla 12. Resultados de la vida útil después del estudio

DESCRIPCIÓN DE LA BROCA	DIÁMETRO	NIVEL 3960									
		GL_1713		GL_1733		GL_1753		GL_1773		GL_1793	
		EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE	EQUIPO	METRAJE
BROCA BOTÓN SR28 X 38MM	38 mm	E-700	39.9 m	E-700	42 m	-	-	E-701	40.5 m	E-701	41.7 m
BROCA SR35 X 51MM BOT. ESF.	51 mm	J-38	122.4 m	-	-	J-35	126 m	-	-	J-38	121.5 m
BROCA DOMO SR35 102MM ESF.	102 mm	J-38	64.8 m	-	-	J-35	69.6 m	-	-	J-38	63 m
BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	64 mm	-	-	S-20	75.4 m	-	-	S-20	79.1 m	-	-
BROCA DOMO T38 X 127MM ESF.	127 mm	-	-	S-20	65.02 m	-	-	S-20	68.9 m	-	-
BROCA T45 x 89MM POWERBIT	89 mm	S-27	90.4 m	-	-	-	-	S-27	89.2 m	-	-
BROCA RIMADORA T45 152 MM	152 mm	S-27	75.12 m	-	-	-	-	S-27	74.58 m	-	-

4.2.2. Análisis del rendimiento de las brocas de ambas pruebas

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de ambas pruebas (antes y después del estudio), donde realizamos un promedio por cada tipo de broca (según diámetro). Consecuentemente se realiza una comparación y se saca el valor de cuanto porciento fue incrementado o disminuido entre las dos pruebas realizadas.

Tabla 13. Análisis del rendimiento

	PRIMERA PRUEBA (ANTES DEL ESTUDIO)		SEGUNDA PRUEBA (DESPUÉS DEL ESTUDIO)		INCREMENTO
	PRUEBAS	PROMEDIO	PRUEBAS	PROMEDIO	
BROCA BOTÓN SR28 X 38MM	33.60	33.23	39.90	41.03	23.5%
	30.30		42.00		
	35.70		40.50		
	33.30		41.70		
BROCA SR35 X 51MM BOT. ESF.	102.58	106.04	122.40	123.13	16.1%
	106.08		126.00		
	109.46		121.00		
BROCA DOMO SR35 102MM ESF.	49.50	52.30	64.80	65.80	25.8%
	56.10		69.60		
	51.30		63.00		
BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	66.66	67.81	75.40	77.25	13.9%
	68.96		79.10		
BROCA DOMO T38 X 127MM ESF.	50.00	53.18	65.02	66.96	25.9%
	56.36		68.90		
BROCA T45 x 89MM POWERBIT	77.76	79.01	90.40	89.80	13.7%
	80.26		89.20		
BROCA RIMADORA T45 152 MM	63.50	65.95	75.12	74.85	13.5%
	68.40		74.58		

Como se muestra en los resultados obtenidos en la Tabla 11, se puede observar que las pruebas realizadas después del estudio existen un incremento a partir de las primeras pruebas realizadas antes del estudio.

4.2.3. Recomendaciones para trabajar con el juego de brocas necesarias

Todos los días los operadores vienen solicitando brocas para realizar su trabajo (perforar), así que piden una cantidad de brocas no muy exacta, pidiendo hay veces muy pocas brocas y haciendo sobre-perforar las brocas por necesidad de culminar su labor, otros días pidiendo muchas brocas y para transportar padecen realizando sobre-esfuerzo humano. Hoy en día con las pruebas necesarias que se realizaron (rendimiento de una broca según el nivel a perforar), los resultados nos ayudan para que el operador pueda llevar con exactitud la cantidad de brocas necesarias para abastecerse y cumplir con el trabajo, sin necesidad de realizar sobre-esfuerzo humano, ni sobre-perforar las brocas. En el siguiente cuadro se muestra algunos resultados.

Tabla 14. *Recomendación para solicitar el número de brocas necesarias*

NIVEL	OBSERVACIÓN DEL TIPO DE TERRENO	DIÁMETRO DE BROCA	ESTADO DE BROCA	CANTIDAD DE METROS QUE DURA UNA BROCA SEGÚN EL ESTADO (M)	NÚMERO DE FRENETES O FILAS	NÚMERO DE TALADROS O PERNOS A PERFORAR	LONGITUD DE TALADRO (M)	LONGITUD TOTAL A PERFORAR (M)	NÚMERO DE BROCAS QUE NECESITA PARA PERFORAR DICHA LABOR (N. BROCAS)
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 38 mm	NUEVO	40.79	2	42	2.1	176.4	5
			1° AFILADA	36.58					5
			2° AFILADA	32.922					6
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 51 mm	NUEVO	40.79	2	42	3.6	151.2	4
			1° AFILADA	36.58					5
			2° AFILADA	32.922					5
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 64 mm	NUEVO	25.46	1	12	8	96	4
			1° AFILADA	23.2					5
			2° AFILADA	10					9
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 89 mm	NUEVO	27	1	14	9.5	133	5
			1° AFILADA	24.6					6
			2° AFILADA	23.54					6
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 102 mm	NUEVO	24	2	4	3.6	14.4	1
			1° AFILADA	20.54					1
			2° AFILADA	18.32					1
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 127 mm	NUEVO	23.5	1	6	8	48	3
			1° AFILADA	18.3					3
			2° AFILADA	16.3					3
3960	EL TERRENO ES DURO	BROCA DE 152 mm	NUEVO	23.6	1	6	9.5	57	3
			1° AFILADA	15.8					4
			2° AFILADA	14.6					4

4.3. Análisis Enfocado a la Operatividad de los Equipos

4.3.1. Equipos de perforación empleados en la U.M. Colquijirca

Tabla 15. Equipos de Perforaciones Jrc-El Brocal

INVENTARIO DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN EL LA U.M. COLQUIJIRCA						
N.	FLOTA	CÓDIGO	FAMILIA	MARCA	MODELO	AÑO
JUMBOS EMPERNADORES						
01	JUMBO EMPER.	2JE029	EMPERNADOR	SANDVICK	ROBOLT DS311	2017
02	JUMBO EMPER.	2JE0706	EMPERNADOR	ATLAS	BOLTEC S	2013
03	JUMBO EMPER.	2JE700 (Rent)	EMPERNADOR	ATLAS	BOLTEC 235	2012
04	JUMBO EMPER.	2JE701 (Rent)	EMPERNADOR	ATLAS	BOLTEC 235	2012
05	JUMBO EMPER.	2JE702 (Rent)	EMPERNADOR	ATLAS	BOLTEC 235	2012
JUMBOS FRONTONEROS						
06	JUMBO FRON.	2JF030	JUMBO	SANDVIK	DD311	2016
07	JUMBO FRON.	2JF033	JUMBO	ATLAS	S1D	2016
08	JUMBO FRON.	2JF035	JUMBO	ATLAS	RB282	2017
08	JUMBO FRON.	2JF037	JUMBO	ATLAS	RB282	2017
09	JUMBO FRON.	2JF038	JUMBO	ATLAS	RB282	2017
SIMBAS						
10	SIMBA	2JL010	SIMBA	ATLAS	S7D	2010
11	SIMBA	2JL018	SIMBA	ATLAS	S7D	2013
12	SIMBA	2JL020	SIMBA	ATLAS	S7D	2014
13	SIMBA	2JL023	SIMBA	ATLAS	S7D	2016
14	SIMBA	2JL026	SIMBA	ATLAS	S7D	2017
15	SIMBA	2JL027	SIMBA	ATLAS	H1254	2017

4.3.2. Seguimiento de los equipos de perforación en la U.M.

Colquijirca

A. El procedimiento que se debe de seguir para realizar una correcta asistencia técnica a los equipos de perforación es el siguiente:

- I. El personal de RDT deberá recibir la capacitación de 5 minutos y su orden de trabajo para poder ingresar a interior mina. (Coordinar el trabajo a realizar).
- II. El personal de RDT deberá verificar que cuente con los EPPS apropiados para realizar la asistencia técnica en Interior Mina.
- III. Adicional a esto el personal deberá llevar el Tacómetro y Pirómetro para realizar la toma de datos tanto de RPM, así como de Temperatura en las uniones roscadas, no olvidar llevar el formato de Asistencia Técnica, así como el Acta de Capacitaciones.
- IV. El personal de RDT deberá INSPECCIONAR la labor desde su ingreso, observando las condiciones del techo y hastiales, ubicación del equipo.
- V. Una vez llegado a la señalización de bloqueo, solicitar el ingreso al Operador o ayudante.
- VI. Acto seguido verificar que no haya inducción en el equipo, acercarse y coordinar con el Operador lo que se va a realizar.
- VII. Para no interrumpir la labor del Operador, si está perforando se tomarán las presiones de trabajo observando los manómetros en el tablero y se tomara la temperatura en las uniones roscadas de la columna de perforación.

- VIII. Acto seguido y ya habiendo terminado el taladro de perforación, se coordina con el operador para realizar la medición de RPM mientras se está entubando el taladro.

- IX. Luego de verificar las RPM, se coordina con el operador para verificar el estado de los aceros de perforación, tanto el *shank* como las barras y brocas que hay en el equipo. Adicional a ello se verifica el estado del *dowell*, alineamiento de los Brazos transportadores de barras, estado de la viga, estado de centralizador del *shank*, lubricación de la perforadora.

- X. Mientras el operador continúa perforando se realiza la toma de tiempos de perforación (tiempo de penetración, tiempo promedio de perforación por taladro). Además, se deberá detectar el tipo de terreno que se perfora tanto en abrasividad, dureza y la presencia de fracturas.

- XI. En plena perforación también se podrá detectar las fugas que pueda presentar el equipo, se podrá observar la condición de los acumuladores (si estos presentan excesiva vibración en sus mangueras hidráulicas es señal de que estén descargados).

- XII. Durante la perforación se podrá también observar el posicionamiento, emboquillado y desplazamiento.

- XIII. Ya para finalizar nuestra asistencia al equipo, se realiza la Capacitación al personal en la labor haciendo les firmar el Acta de Capacitación.

- XIV. Al terminar la asistencia, se hace la verificación de que los documentos estén correctamente llenados y firmados, se hace la limpieza de los instrumentos de medición, se le comunica al operador que ya se ha terminado la asistencia y se procede a retirar de la labor.



FORMATO DE VISITA Y ASISTENCIA TÉCNICA A EQUIPOS

➤ DATOS GENERALES

FECHA	31-01-19
LABOR	TAJO 090
NIVEL	1220
GUARDIA	DIA
EQUIPO	SIMBA 316
TIPO DE TRABAJO	PERF. TALADROS LARGOS
OPERADOR	RUBEN BACILIO
TIPO DE ROCA	MINERAL

➤ DATOS TECNICOS DE CAMPO

	ALTA	BAJA
PRESION DE ROTACIÓN	55 BAR	46 BAR
PRESION DE PERCUSIÓN	180 BAR	120 BAR
PRESION DE AVANCE	35 BAR	25 BAR

PRESION DE AGUA	06-08 BAR
PRESION DE AIRE	03 BAR
PRESION DE DUMPING	50 BAR

PROM. TIEMPO DE PERFORACIÓN	30 MIN/TAL
TEMPERATURA COLUMNA	35°C
RPM	

TAL= 15 mts.

Broca 64mm ϕ = 155 RPM
Broca 127mm ϕ = 110 RPM

➤ DATOS DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN

ACCESORIO	ESTADO	DETALLES
SHANK	BUENAS	SALDO EL 16-01-19
BARNAS	BUENAS	EQUIPO CUENTA CON 13 BARNAS DE 4'
BROCAS	AFILADAS	EQUIPO CUENTA CON 03 BROCAS DE 63.5mm ϕ
REMOCONA	AFILADA	

➤ TEMA CAPACITACIÓN

Rotacion de Aceros

➤ OBSERVACIONES TECNICAS

* Equipo perfora en terreno fracturado.

* Equipo tiene fuego en el estinguel inferior.

COD. LMRDT003

FIRMA DRILLMASTER - ACP
M. Rios H.

FIRMA DEL OPERADOR

Figura 31. Formato de asistencia técnica

B. Cronograma de asistencia técnica

Dicho cronograma nos ayudó a planificar para llevar a cabo la realización de las asistencias técnicas para todos los equipos de perforación, con la finalidad de que todos los equipos sean inspeccionados.

Tabla 16. Cronograma de asistencias técnicas – El Brocal/Colquijirca

CRONOGRAMA DE ASISTENCIAS TECNICAS												
N°	EQUIPO	GUARDIA RESPONSABLE	JUNIO				JULIO				CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4		
1	EMPERNADOR-29	A	DIA				DIA				100%	
2	EMPERNADOR-32	A	DIA				DIA				100%	
3	EMPERNADOR-700	C	NOCHE				NOCHE				100%	
4	EMPERNADOR-702	C	NOCHE				NOCHE				100%	
5	EMPERNADOR-706	B		DIA				DIA			100%	
6	JUMBO-30	B		DIA				DIA			100%	SE REALIZO OTRA FECHA
7	JUMBO-33	A		NOCHE				NOCHE			100%	
8	JUMBO-35	A		NOCHE				NOCHE			100%	
9	JUMBO-37	C			DIA				DIA		100%	
10	JUMBO-38	C			DIA				DIA		100%	
11	SIMBA-10	B			NOCHE				NOCHE		100%	
12	SIMBA-18	B			NOCHE				NOCHE		100%	SE REALIZO OTRA FECHA
13	SIMBA-20	A				DIA				DIA	100%	
14	SIMBA-23	A				DIA				DIA	100%	
15	SIMBA-26	C				NOCHE				NOCHE	100%	
16	SIMBA-27	C				NOCHE				NOCHE	100%	

C. Asistencias técnicas realizado a los equipos de perforación

Se lleva a cabo la realización de dichas asistencias técnicas según los cronogramas planificados, con la finalidad de identificar el estado actual de los equipos (relacionado a los componentes de perforación), posteriormente presentar un informe donde especificaremos que medidas correctivas le falta al equipo para tener un rendimiento óptimo.

I. ASISTENCIA TÉCNICA SIMBA 23

FECHA	: 03-05-2019
TURNO	: Día
OPERADOR	: Arroyo Condori
NIVEL	: 4012
TAJO	: TJ 1493

Ocurrencia

El viernes 03 de mayo del presente año, en el turno día guardia C. Se realizó la asistencia técnica al S-23.

Observaciones

El equipo se encuentra perforando en el NV 4012 taladros en abanico, entre las observaciones tenemos las siguientes:

- La RPM muy elevada a 177 el cual se midió con el tacómetro.
- Baja presión de aire (3 bares), dificultando el barrido de los detritos.
- Raspado de piso irregular para la perforación en negativo.



Figura 32. Medición de las rpm.



Figura 33. Baja presión de aire (3 bares).

Conclusiones y recomendaciones

- Mejorar la presión de aire, para mejorar el barrido de los detritos, mucho más en taladros pasantes.
- Corregir la RPM del equipo a 145 que es lo normal.
- Mejorar en el raspado de piso de las labores.
- Hacer taladro de drenaje, para que no se empoce el agua.

II. ASISTENCIA TÉCNICA JUMBO 35 (B.I.)

FECHA : 17-05-2019

TURNO : Día

OPERADOR : Danny Falcon

NIVEL : 3952

TAJO : GL_1728

Ocurrencia

El día viernes 17 de mayo del presente año, en el turno día guardia A. Se realizó la asistencia técnica al J-35.

Observaciones

Se realizó la asistencia técnica al equipo frontonero (Jumbo-35) operador Sr. Danny Falcón, el cual se encontraba realizando los trabajos de perforación de frente en el GL_1728 en el NV_3952, así mismo se observó los parámetros de perforación, también se midió los rpm encontrándose bajo del intervalo y se observó el desgaste de los centralizadores intermedio y delantero.

Tabla 17. *Parámetros de perforación del Jumbo 35*

DATOS TÉCNICOS DE CAMPO	ALTA	BAJA
PRESIÓN DE ROTACIÓN	50 BAR	30 BAR
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	180 BAR	140 BAR
PRESIÓN DE AVANCE	70 BAR	60 BAR
PRESIÓN D AGUA	03 BAR	
PRESIÓN DE AIRE	07 BAR	
PRESIÓN DE DUMPING	-	
PROMEDIO TIMPO DE PERFORACIÓN	01:20 MINUTOS – 13 PIES	
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	32°C	
RPM	150	



Figura 34. Desgaste del centralizador intermedio y delantero



Figura 35. Medición de las rpm y temperatura de la columna

Conclusiones y recomendaciones

- El equipo necesita programar el cambio del centralizador Intermedio y delantero que tiene un desgaste.
- Se recomienda regular los rpm a 180.
- Se recomienda llevar un juego de brocas de 12 a 14 und., debido a que el terreno es muy abrasivo.

III. ASISTENCIA TÉCNICA JUMBO-38 (B.D.)

FECHA : 17-05-2019

TURNO : Día

OPERADOR : Rómulo Casani

NIVEL : 3960

Ocurrencia

El día viernes 17 de mayo del presente año, en el turno día guardia A. Se realizó la asistencia técnica al J-38.

Observaciones

Se realizó la asistencia técnica al equipo frontonero (Jumbo-38) operador Sr. Rómulo Casani el cual se encontraba realizando los trabajos de perforación de frente en el GL_1693 en el NV_3960. Se observó los aceros de perforación encontrándose en buen estado, también se midió los rpm encontrándose muy elevado y el centralizador se encuentra con desgaste.

Tabla 18. *Parámetros de perforación del jumbo 38*

DATOS TÉCNICOS DE CAMPO	ALTA	BAJA
PRESIÓN DE ROTACIÓN	40 BAR	30 BAR
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	180 BAR	140 BAR
PRESIÓN DE AVANCE	90 BAR	50 BAR
PRESIÓN D AGUA	08 BAR	
PRESIÓN DE AIRE	06 BAR	
PRESIÓN DE DUMPING		
PROMEDIO TIMPO DE PERFORACIÓN	01:30 Minutos – 13 pies	
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	29°C	
RPM	190	



Figura 36. Desgaste del centralizador intermedio



Figura 37. Medición de las rpm y temperatura de la columna

Conclusiones y recomendaciones

- El equipo de perforación de taladros largos (Simba – 26) trabaja con los RPM elevado por lo cual necesita regular al intervalo de 120 – 140 rpm.
- Se recomienda llevar de 8 a 10 brocas por el tipo de terreno a perforar.

IV. ASISTENCIA TÉCNICA SIMBA – 26

FECHA : 20-05-2019

TURNO : Día

OPERADOR : Miguel Cotera

NIVEL : 4012

TAJO : TJ_1493

Ocurrencia

El día lunes 20 de mayo del presente año, en el turno día guardia A. Se realizó la asistencia técnica al S-26.

Observaciones

Se realizó la visita técnica al equipo de perforación de taladros largos (Simba-26) operador Sr. Miguel Cotera el cual se encontraba realizando los trabajos de perforación en el Nv_4012 / TJ_1493, se procedió a medir los rpm encontrándose muy elevados y a calcular la temperatura de la columna de perforación con el pirómetro.

Tabla 19. *Parámetros de perforación del simba-26*

DATOS TÉCNICOS DE CAMPO	ALTA	BAJA
PRESIÓN DE ROTACIÓN	60 BAR	40 BAR
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	170 BAR	140 BAR
PRESIÓN DE AVANCE	30 BAR	20 BAR
PRESIÓN D AGUA	18 BAR	
PRESIÓN DE AIRE	2.8 BAR	
PRESIÓN DE DUMPING	55 BAR	
PROMEDIO TIMPO DE PERFORACIÓN	01:10 Minutos – 5 pies	
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	23°C	
RPM	208	



Figura 38. Perforación en paralelo (+)



Figura 39. Medición de las RPM y temperatura

Conclusiones y recomendaciones

- Se recomienda el cambio del centralizador intermedio para evitar la desviación de la barra.
- Se recomienda regular los rpm a 180 para conservar el buen estado de la columna de perforación.

V. ASISTENCIA TÉCNICA SIMBA - 20

FECHA : 11-06-2019
TURNO : Día
OPERADOR : Melendez Paquiyauri
NIVEL : 4220
TAJO : GL_9157

OCURRENCIA

El día martes 11 de junio del presente año, en el turno día guardia A. Se realizó la asistencia técnica al S-20.

OBSERVACIONES

Se realizó la visita técnica al equipo de perforación de taladros largos (Simba-20) operador Sr. Melendez Paquiyauri, el cual se encontraba realizando los trabajos de perforación en el NV_4220 GL_9157. Se observó que el equipo presenta fallas de su selector de brocas, es así que el operador está perforando con el mismo RPM con la broca de 64 mm y rimando con la broca rimadora de 127 mm, también se realizó la medición de los rpm, donde se encontró dentro del intervalo y al calcular la temperatura de la columna de perforación con el pirómetro.

Tabla 20. *Parámetros de perforación del simba-20*

DATOS TÉCNICOS DE CAMPO	ALTA	BAJA
PRESIÓN DE ROTACIÓN	60 BAR	40 BAR
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	190 BAR	150 BAR
PRESIÓN DE AVANCE	50 BAR	40 BAR
PRESIÓN D AGUA	09 BAR	
PRESIÓN DE AIRE	04 BAR	
PRESIÓN DE DUMPING	60 BAR	
PROMEDIO TIMPO DE PERFORACIÓN	01:32 Minutos – 5 pies	
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	16°C	
RPM	140 - BROCA 64mm	



Figura 40. Selector de brocas presenta fallas (no activa)



Figura 41. Medición de las rpm y temperatura de la columna

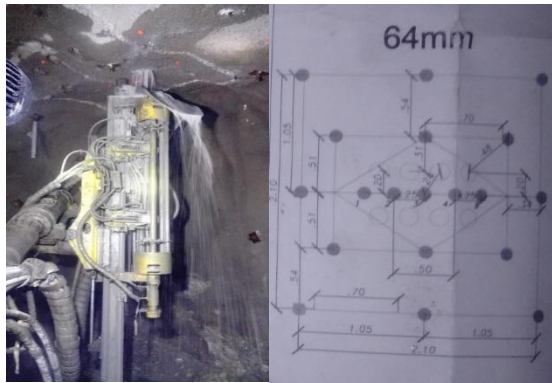


Figura 42. Perforación de chimenea slot-malla de perforación

Conclusiones y recomendaciones

- El equipo de perforación de taladros largos (Simba-20) trabaja con los RPM dentro del intervalo.
- Se necesita arreglar el selector de brocas para poder perforar los taladros de producción o los taladros de rimado con sus RPM recomendables de cada uno.
- Controlar los parámetros de perforación.

VI. ASISTENCIA TÉCNICA SIMBA - 18

FECHA : 11-06-2019

TURNO : Día

OPERADOR : Paul Bartolomé

NIVEL : 4220

TAJO : GL_9157

Ocurrencia

El día martes 11 de junio del presente año, en el turno día guardia A. Se realizó la asistencia técnica al S-18.

Observaciones

Se realizó la visita técnica al equipo de perforación de taladros largos (Simba-18) operador Sr. Paul Bartolomé, el cual se encontraba realizando los trabajos de perforación en el NV_4220 GL_9157. Se observó que el equipo cuenta con su columna de perforación en un buen estado, también se realizó la medición de los rpm, encontrándose dentro del intervalo y a calcular la temperatura de la columna de perforación con el pirómetro.

Tabla 21. *Parámetros de perforación del simba-18.*

DATOS TÉCNICOS DE CAMPO	ALTA	BAJA
PRESIÓN DE ROTACIÓN	90 BAR	50 BAR
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	180 BAR	140 BAR
PRESIÓN DE AVANCE	60 BAR	40 BAR
PRESIÓN D AGUA	08 BAR	
PRESIÓN DE AIRE	06 BAR	
PRESIÓN DE DUMPING	60 BAR	
PROMEDIO TIMPO DE PERFORACIÓN	01:05 Minutos – 5 pies	
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	16°C	
RPM	158 - BROCA 64mm	



Figura 43. Perforación de taladros largos (+)



Figura 44. Medición de las rpm y temperatura de la columna

Conclusiones y recomendaciones

- El equipo de perforación de taladros largos (Simba-18) trabaja con los RPM dentro del intervalo.
- Se recomienda la rotación de las brocas para evitar la sobreperforación de estas y el cuidado de los componentes de la perforadora.
- Mejorar en el raspado de piso de las labores.

VII. ASISTENCIA TÉCNICA SIMBA-10

FECHA : 12-06-2019

TURNO : Noche

OPERADOR : Alcedo Soto

NIVEL : 4220

TAJO : CH_642

OCURRENCIA

El día miércoles 12 de junio del presente año, en el turno noche guardia A. Se realizó la asistencia técnica al S-10.

OBSERVACIONES

Se realizó la visita técnica al equipo de perforación de taladros largos (Simba-10) operador Sr. Alcedo Soto, el cual se encontraba realizando los trabajos de perforación en el NV_4220 CH_642. Se observó que el equipo cuenta con su columna de perforación en un estado regular, también se realizó la medición de los RPM encontrándose fuera de los parámetros.

Tabla 22. *Parámetros de perforación del simba-10*

DATOS TÉCNICOS DE CAMPO	ALTA	BAJA
PRESIÓN DE ROTACIÓN	70 BAR	50 BAR
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	170 BAR	140 BAR
PRESIÓN DE AVANCE	50 BAR	30 BAR
PRESIÓN D AGUA	06 BAR	
PRESIÓN DE AIRE	05 BAR	
PRESIÓN DE DUMPING	60 BAR	
PROMEDIO TIMPO DE PERFORACIÓN	01:25 Minutos – 5 pies	
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	21°C	
RPM	199 - BROCA 64mm	



Figura 45. Realización de chimenea



Figura 46. Medición de las rpm

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El equipo de perforación de taladros largos (Simba-10) necesita regular sus RPM dentro del intervalo.
- Se recomienda cambiar el *shank* porque presenta desgaste del hilo de la rosca.
- Mejorar la presión de aire, para mejorar el barrido de taladro.

VIII. ASISTENCIA TÉCNICA SIMBA-18

FECHA : 15-06-2019

TURNO : Noche

OPERADOR : Clever Torres

NIVEL : 4220

TAJO : TJ 9157

Ocurrencia

El día sábado 15 de junio del presente año, en la guardia C turno día. Se realizó la asistencia técnica al S-18.

Observaciones

El equipo se encuentra perforando en el NV 4220 TJ 9157 taladros en abanicó positivas de 15 metros de longitud, entre las observaciones tenemos las siguientes:

- La RPM muy baja a 133, el cual se midió con el tacómetro.
- Baja presión de aire a 3 bares, dificultando el barrido de los detritos.
- Des alineamiento de los bracetos.
- La bomba de engrase de barras deficiente.



Figura 47. RPM muy bajo (133 rpm)



Figura 48. Corrección de los rpm según el estándar

Conclusiones y recomendaciones

- Mejorar la presión de aire, para mejorar el barrido de los detritos del taladro.

- Rotar la columna de barras, para que su desgaste se igual en toda la columna
- Rotar las brocas, para que no salgan sobre perforadas.
- Instalar una compresora en el equipo para mejorar el barrido de los detritos y evitar el atascamiento de barras.

IX. Conclusiones generales de las asistencias técnicas

Se puede observar en las asistencias técnicas realizado a los equipos lo más común que es lo siguiente:

- ✓ Elevado las revoluciones por minuto (rpm), lo cual se recomienda reajustar o rectificar los rpm en un intervalo aceptable según las recomendaciones de los especialistas.
- ✓ Parámetros de perforación fuera del rango, lo cual se recomienda regular según lo necesario.
- ✓ Desgaste de los centralizadores (delanteros e intermedios), lo cual se recomienda el cambio de los centralizadores cuando presentan desde un pequeño desgaste.
- ✓ La bomba de engrase del equipo se encuentra inoperativo, lo cual no cumple con su trabajo de engrasar los hilos de las roscas de cada componente de la perforadora. se recomienda rectificar y poner la bomba en funcionamiento.
- ✓ La falta de operatividad del selector de brocas, lo cual no cumple con su trabajo porque no regula los rpm según la actividad que va a realizar (cambio de rpm para realizar taladros de alivio o taladros de carguío).
- ✓ La falta de rotación de los aceros de perforación como las barra y brocas, esto lleva como consecuencia el desgaste disparejo de esos

componentes mencionados. Lo cual se recomienda la rotación adecuada y constante de los aceros de perforación.

FALLAS MÁS COMUNES	PORCENTAJE
Revolución por minuto (RPM) elevado	20.00%
Centralizadores desgastados (intermedio y delantero)	15.00%
Parámetros de perforación inadecuados	13.00%
Falta de centralización entre la perforadora y el centralizador	13.00%
La bomba de engrase inoperativo	10.00%
Selector de brocas inoperativo	8.00%
Falta de rotación de las brocas (sobre-perforación)	8.00%
Deficiencia del aire en mina	5.00%
Deficiencia del agua en mina	5.00%
Otros	3.00%

Tabla 23. Fallas comunes de los equipos de perforación



Figura 49. Fallas comunes de los equipos de perforación

D. Objetivos de las asistencias técnicas

Al ejecutar las asistencias técnicas a todos los equipos de perforación, se llega a obtener los siguientes resultados de prevenir:

- ✓ El desgaste de los insertos periféricos por los RPM que se encuentran muy elevados o fuera del intervalo.
- ✓ El desgaste prematuro de los insertos por la inoperatividad del selector de brocas.
- ✓ Las rajaduras en el borde de las brocas por demasiada presión de percusión y avance.
- ✓ El desgaste de los hilos de las roscas de la broca por demasiada rotación, percusión y mal funcionamiento de la bomba de engrase.
- ✓ El desgaste prematuro de los insertos de la broca (remolienda del detritus) por tener deficiencia correspondiente al barrido.
- ✓ La sobreperforación de las brocas por falta de la rotación de las mismas.
- ✓ El desgaste de los insertos centrales por demasiada percusión.
- ✓ El plantado de la columna completa (brocas, barras, etc.) por trabajar con los niveles de agua y aire fuera del intervalo (insuficiente).
- ✓ La pérdida de los insertos periféricos y centrales por realizar percusión en vacío o presión inadecuada de avance.
- ✓ El desgaste prematuro del cuerpo de las brocas por falta de lubricación (agua) o terreno muy abrasivo.

4.4. Análisis enfocado a otro tipo de supervisión complementaria

4.4.1. Traslado adecuado de las brocas

Es un factor importante el cómo debemos de trasladar las brocas de perforación de nuestro taller hacia las labores de trabajo, por eso se le brindan a los operadores de cada equipo de perforación maletas y cajas para poder trasladar las brocas. La finalidad de emplear las maletas y cajas es muy importante porque evitaremos así el contacto o choque entre los insertos de las brocas, ya que eso tendrá como consecuencias la rotura de los insertos.



Figura 50. Maletas y cajas de transporte de brocas

Tenemos que evitar el choque entre los insertos de las brocas.



Figura 51. Choque entre insertos

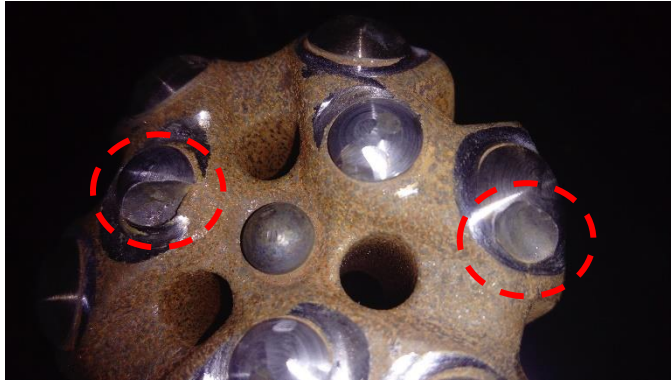


Figura 52. Insertos quebrados por choque entre ellos

Para ello colocaremos las brocas en sentido contrario uno con otro, de la siguiente manera:



Figura 53. Brocas en el maletín

4.4.2. Recepcionamiento de reportes

Los reportes de perforación sirven para que el operador describa a detalle lo realizado durante la guardia, donde se registran como:

- ✓ Ubicación de trabajo (nivel y labor).
- ✓ NÚMERO de frentes.
- ✓ NÚMERO de taladros.
- ✓ Longitud de taladros.
- ✓ Horometro de perforación.
- ✓ Etc.

Figura 54. Reporte de perforación-JRD / El Brocal

Se implementó dentro del cuaderno de reporte de entrega de brocas un campo denominado “nombre del operador”, para llevar un buen control de recepción de reportes de metro perforado. Debido a dos puntos muy importantes:

- Los operadores no estaban entregando los reportes a diario.
- Los operadores cambiaban de equipos de vez en cuando, pero estos sacaban brocas de otro equipo.

Hoy en día se generó un mejoramiento en la recepción de los reportes de metro perforado por parte de los operadores. Ya que la recepción se realiza por equipo y nombre del operador. Y a partir de ello podemos ver que operadores no entregaron los reportes para poder tomar medidas correctivas para el día siguiente.

Time	Operator	Other Data	Result
5:30	Abela	1	OK
5:35	Rodriguez	3	OK
5:40	Abela	1.3	OK
5:45			
5:50	Ceballos	2	OK
5:55	Rodriguez	7.2	OK
6:00			
6:05	Edson	2.2	OK
6:10	Rodriguez	3.9	OK
6:15	Ceballos	2.2	OK
6:20	Rodriguez	3.1	OK
6:25	Rodriguez	3.1	OK
6:30	Rodriguez	3.1	OK
6:35	Rodriguez	3.1	OK
6:40	Rodriguez	3.1	OK
6:45	Rodriguez	3.1	OK
6:50	Rodriguez	3.1	OK
6:55	Rodriguez	3.1	OK

Figura 55. Reporte de perforación-Jrd / El brocal

4.4.3. Corroboración de los datos de los reportes en el campo

Aleatoriamente, nos dirigimos hacia las labores de trabajo programados, con la finalidad de hacer un seguimiento a los equipos de perforación donde visualizamos los siguientes factores: medición de la longitud de los taladros perforados, cantidad de número de taladros, cantidad de frentes, etc.

Dichos resultados deberán de coincidir con los reportes que entregan los operadores al finalizar la guardia. De caso contrario se realizará una retroalimentación en el tema: “Llenado adecuado de los reportes de perforación”.



Figura 56. Medición en la labor_8832 y nivel 3952

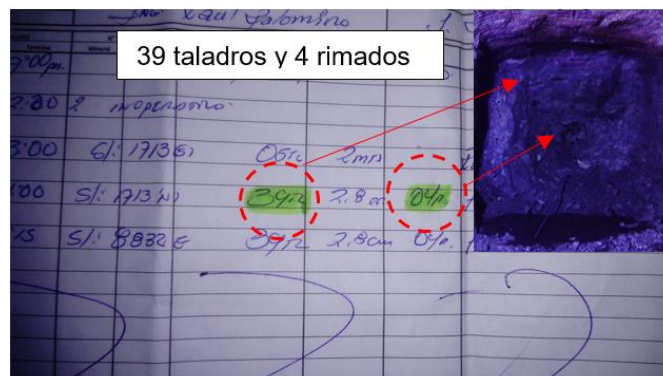


Figura 57. Conteo de número de taladros en la labor_1713 y nivel 3986

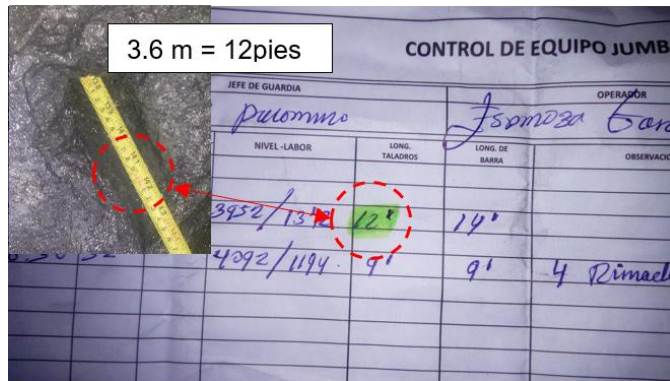


Figura 58. Medición de longitud en la labor_1342 y nivel 3952

4.4.4. Transporte de las brocas con la camioneta (EPIROC)

Uno de los motivos por el cual los operadores no quieren llevar brocas afiladas es debido al exceso de peso que sufren al transportar las brocas desde el punto del taller de Epiroc (brocas) hacia su labor. Esto es a partir de que el operador tiene que llevar las brocas suficientes para perforar todo lo planificado, entonces como una broca afilado perfora mucho menos que una broca nueva, los operadores prefieren llevar la mayoría brocas nuevas dejando de utilizar las brocas afiladas, y así las brocas afiladas no cumpliendo su vida útil.



Figura 59. Brocas afiladas en gran cantidad (antes)

A partir de esto se toma una alternativa como solución, donde los operadores que van a llevar brocas afiladas y en gran cantidad, se les va a llevar sus brocas hasta la misma labor de trabajo haciendo el uso de la movilidad (camioneta de Epiroc), y así el operador no tendrá el problema de transportar un exceso de carga. Y asimismo las brocas serán utilizadas hasta tener un descarte adecuado.



Figura 60. Brocas afiladas en poca cantidad (ahora)

4.4.5. Marcado de las brocas

Todas las brocas nuevas entregadas a los operadores tienen una codificación en letras y números con la finalidad de realizar un seguimiento ante una pérdida o robo.



Figura 61. Brocas marcadas

Parte del proceso consiste en anotar la codificación de la broca marcada en el vale de salida, con el objetivo de verificar cuando dicha broca retorna después de haber utilizado para perforación, donde debe de coincidir las codificaciones.

Epiroc

CONTRATO
Nº 028012

VALE DE SALIDA

FECHA: 01/07/17 SUPERVISOR: OPERADOR:

Item	Código de Material	Descripción	Cantidad	Motivo
1	9 0 0 2 9 2 6 4	Broca 89 mm	03	6, v2 y v8
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

SECCION SOLICITANTE: 7/6 "A" EQUIPO: 5-26 N° ORDEN TRABAJO:

Vº Resp. Epiroc: Epiroc entregado por: Operador: N°º Cliente:
Nombre y Apellido: Nombre y Apellido: Nombre y Apellido:
DNI: DNI: DNI: DNI:

Estos materiales son para:

Figura 62. Códigos de las brocas en los vales de salida

4.4.6. Engrase de las roscas de los hilos de las brocas

El engrase de los hilos nos ayudara a prevenir el desgaste prematuro de las roscas de la broca, barra y *shank*. Es así que después de realizar el afilado se tiene que engrasar todas las brocas para su posterior uso.



Figura 63. Engrase de brocas

4.4.7. Cobro de remanentes

Al realizar las actividades de perforación están sometidos a suceder diferentes tipos de sucesos inesperados, uno de ellos son las roturas prematuras de los aceros de perforación. A partir de ello tenemos que cobrar remanentes.

Las roturas prematuras usualmente pasan por algunos factores como los siguientes:

- Falla mecánica de los equipos de perforación (parámetros de perforación inadecuados).
- Tipo de terreno (fallas y otras discontinuidades).
- Experiencia de los operados (eficiencia y eficacia).
- Etc.

El término remanente lo utilizamos para los aceros con rotura prematura, ya que todos los aceros tienen una vida útil o rendimiento que cumplir, se realiza el cobro faltante cuando sucede este tipo de eventos, obteniendo dicho resultado con los reportes de perforación y los vales de salida que registramos al entregar los aceros de perforación.

Informe de los remanentes ocasionado en la U.M. Colquijirca

En estos informes se detalla el evento sucedido de la rotura prematura de los aceros de perforación, y asimismo brindando recomendaciones para prevenir dicho suceso posteriormente.

I. Remanente al Simba 20:

DETALLES DE LA OCURRENCIA

FECHA : 05 – 05 -2019

TURNO : Día.

OPERADOR : Wilmer Onofre.

AREA : Taller de manto JRC.

Descripción del evento

El día 03 de mayo el Simba 20 ingresa al taller de mantenimiento mecánico de JRC con 8 barras T38-RD38-T38 5'puestas en el carrusel.



Figura 64. Carrusel del Simba 20 con 8 barras t38-rd38-t38 5´

El día 5 de mayo el operador del turno día reporta que el equipo solo cuenta con dos barras dentro del carrusel solicitando 6 barras T38-RD38-T38 5´ para completar su columna de perforación. Luego, el personal Drillmaster de RDT se dirige inmediatamente al taller de mantenimiento a constatar lo reportado, los cuales confirman lo anunciado por el operador, ya que solo hay dos barras dentro del carrusel del Simba.

Inmediatamente procede a inspeccionar el taller de mantenimiento encontrando una barra tirada y otra cortada cerca al taller de soldadura, procede a indagar a los responsables del área de soldadura las cuales indican que las barras están desde inicio de guardia lo que evidencia que fueron cortadas durante la guardia noche.



Figura 65. Barra t38-rd38-t38 5´ cortada

Se informa inmediatamente al Jefe de guardia de Long Hole. Ing. Miguel Villegas y al encargado del taller de mantenimiento para poder tomar las medidas correctivas.

Recomendaciones

Cada equipo antes de ingresar al taller de mantenimiento debería ingresar con un inventario puesto que no es la primera vez que vienen ocurriendo estos eventos.

Detalles del acero perdido

Tabla 24. *Detalles del acero de perforación*

EQUIPO	OPERADOR	CANT.	Nº DE PARTE	DESCRIPCION	VIDA	OBSERVACIONES	METROS	SALDO	SALDO	FECHA	
					UTIL (mts)		PERFORADOS	VIDA U(mts)	REMANENTE	INGRESO	DESCARTE
SIMBA 20	WILMER ONOFRE	5	90510720	BARRA T38-R38-T38x5'	400	PERDIDA EN TALLER DE MANTO	75.50	324.50	81.13%	1-May	3-May

II. Remanente al empernador 700

Detalles de la ocurrencia

FECHA : 14 de mayo del 2019

TURNO : Noche

OPERADOR : Percy Salazar

NIVEL : 3960

LABOR : RP. 1728

DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

El operador del empernador 700 solicita una barra de 8' y un *shank* Mont. Para la perforadora argumentando que al momento de que se encontraba en plena operación la barra sufre una rotura a la altura de la rosca R32 quedando parte de la rosca R32 dentro del *shank*.



Figura 66. Barra rota a la altura de la rosca r32

Detalle de los aceros descartados

Tabla 25. Detalles del acero de perforación

EQUIPO	OPERADOR	CANT.	Nº DE PARTE	DESCRIPCION	VIDA UTIL (mts)	OBSERVACIONES	METROS PERFORADOS	SALDO VIDA U(mts)	FECHA	
									INGRESO	DESCARTE
E-700	SALAZAR	1	90029587	SHANK MONT.HC40/50	3500	ROTURA DE SHANK	403.25	3096.75	13-May	14-May
E-700	SALAZAR	1	90514370	BARRA R32-H28-SR28x8'	1500	ROTURA	522.40	977.60	10-May	14-May

III. Remanente al empernador 700

Detalles de la ocurrencia

FECHA : 22-06-2019

TURNO : Noche.

OPERADOR : Arroyo Condori.

NIVEL : 4185

TAJO : TJ 8948

Descripción del evento

El 22/06/2019 en el turno noche guardia C a inicio de guardia se le cambia la columna de 6 barras nuevas más 2 barras que se le entrego 3 guardias anteriores, siendo 2:00 am el operador Arroyo Condori reporta la rotura de 3

barras T45 nuevas a central, inmediatamente nos acercamos hacia la labor NV 4185 TJ 8948, donde se tuvo las siguientes observaciones.



Figura 67. Taladro tapado por la cantidad de carga, debido a la falta de raspado de piso.

Recomendaciones

- Falta raspar el piso de la labor.
- Baja presión de aire a 4 bares.
- Motor eléctrico deficiente, el equipo se está apagando.

Detalle de los aceros descartados:

Tabla 26. Detalles del acero de perforación

EQUIPO	OPERADOR	CANT.	N. DE PARTE	DESCRIPCIÓN	METROS PERFORADOS	FECHA DE ENTREGA	FECHA DE DESCARTE
SIMBA 23	ARROYO CONDORI	3	90510730	ROTURA	30	22/06/2019	22/06/2019

4.5. Discusión de Resultados

4.5.1. Trabajos de supervisión realizados antes y después del estudio

Al desarrollar la investigación realizamos un análisis de las actividades que se realizaban antes del estudio (estado inicial) y lo que se realiza después del estudio (estado actual), todo relacionado para poder obtener como resultado el máximo rendimiento de las brocas. Se muestra en el siguiente cuadro dichos resultados:

Tabla 27. *Trabajos de supervisión realizados antes y después del estudio*

ACTIVIDAD	SIN SUPERVISIÓN	CON SUPERVISIÓN
	Se descartaban las brocas que se encuentran con el inserto demasiado plano (chupadas) aun así que no presentan ninguna de las características de descarte.	Para las brocas que se encuentran con el inserto demasiado plano (chupadas) se realiza el devastado para así posteriormente ser afilada y llegar a cumplir su mayor rendimiento.
Afilado de brocas	No se tomaba mucha consideración en cuanto al ángulo de afilado, la centralización, la refrigeración, etc.	Se toma mucha consideración en cuanto al ángulo de afilado correcto, la centralización adecuada, la refrigeración, fuerza ejercida en el inserto, etc.
	Se descartaban las brocas incorrectamente por falta de conocimiento.	Se maneja un mejor control cuando se van a descartar las brocas a partir de tener mayor conocimiento referente a los criterios de descarte por medio que se obtuvo dicho conocimiento en una capacitación internamente.
	Solamente se realizaba el afilado de manera correcta o	Se observa aleatoriamente la calidad de afilado del personal de EPIROC,

	incorrecta, sin necesidad de observar la calidad.	para posteriormente ser capacitado si presenta alguna deficiencia.
	Se realizaban cuando el equipo solo presentaba perdida de aceros prematuros.	Se implementó un cronograma y las asistencias técnicas se realizan a todos los equipos de manera preventiva y correctiva según lo planificado.
Asistencias técnicas	Solo se le comunicaba de las Observaciones encontradas al operador del equipo. Teniendo dificultad de comunicar el operador al área de mantenimiento.	Se realizan informes y se presenta al área de mantenimiento para su corrección inmediata de dichas Observaciones encontradas (se trabaja directamente con dicha área).
	No se realizaban capacitaciones a los operadores.	Se realiza una pequeña capacitación al operador en lo que compete a los temas operacionales del equipo y referentes a las características de los aceros de perforación (parámetros de perforación, parámetros de RPM, importancia de la rotación de los aceros de perforación, importancia del uso del agua, ¿Cuándo una broca debe de ser afilada?, etc.).
Tipo de roca	No se contaba con el rendimiento de la vida útil de las brocas. Se utilizaban datos inexactos.	Constantemente se realizan pruebas para obtener el rendimiento de la vida útil que puede tener las brocas en los diferentes tipos de terrenos.
	La cantidad de brocas que llevan los operadores era de una manera deficiente porque no sabían cuántas brocas iban a necesitar en dicho trabajo	A partir del cálculo de rendimiento de vida útil de las brocas, los resultados nos ayudan a calcular el número de brocas necesarias para cumplir con su trabajo.

	No se realizaba la constatación de los datos entregado en los reportes de perforación.	Aleatoriamente se va a las labores a constatar los datos que los operadores colocan en los reportes de perforación.
	No se engrasaban los hilos de las roscas de las brocas.	El engrase de las roscas de las brocas afiladas para poder conservar los hilos de las brocas.
	Los operadores llevaban sus brocas en costales y de una forma incorrecta, causando daños entre las brocas.	El traslado de manera correcta de las brocas desde el taller de EPIROC hacia las labores. Personal que desconoce del tema es capacitado respecto al tema.
	Para el cobro de remanentes de las roturas prematuras de las brocas, se utilizaban datos inexactos para su cálculo.	Para el cobro de los remanentes de las roturas prematuras de las brocas, se utilizan los resultados obtenidos a partir de las pruebas realizadas constantemente.
Otros	No se apoyaba a los operadores en llevar las brocas de 89mm y 64mm hacia sus labores. Acumulándose las brocas afiladas en el taller de EPIROC porque solo llevaban brocas nuevas.	Se apoya a los operadores en llevar las brocas de 89mm y 64mm (camioneta) hacia sus labores para así poder llegar a cumplir su rendimiento máximo de la broca.
	No se controlaba de manera eficiente el recepcionamiento de reportes de perforación por falta de tener un formato adecuado para dicha acción.	Se implementó un formato adecuado para así tener un mejor control al recepcionar los reportes de perforación.
	No se realizaba el marcado de brocas	Se realiza a diario con el marcado de brocas con una nomenclatura a criterio para poder controlar su uso hasta el final (evitar pérdidas).

4.5.2. Metros perforados en la actualidad

A diario se desarrolló el trabajo de perforación como parte del ciclo de minado, donde los equipos de perforación realizan trabajos de frentes, refugios, chimeneas, cunetas, sostenimiento con Split Set, sostenimiento con Python, taladros de producción, etc. Para lo cual los operadores reflejan dicha actividad mediante un reporte de perforación. Seguidamente se muestra la sumatoria de metros perforados por cada mes correspondiente al año 2019 de la U.M. Colquijirca

a. Empernadores

Tabla 28. Metros perforados (empernadores)

MES	PYTHON	SERVICIO	SPLIT SET	TOTAL
ENERO	18163	1727	6836	26727
FEBRERO	16730	1487	8101	26317
MARZO	16557	1576	7542	25675
ABRIL	12949	1575	5989	20513
MAYO	15035	1439	12105	28580
JUNIO	20205	1750	6759	28714
JULIO	16632	1977	11112	29720

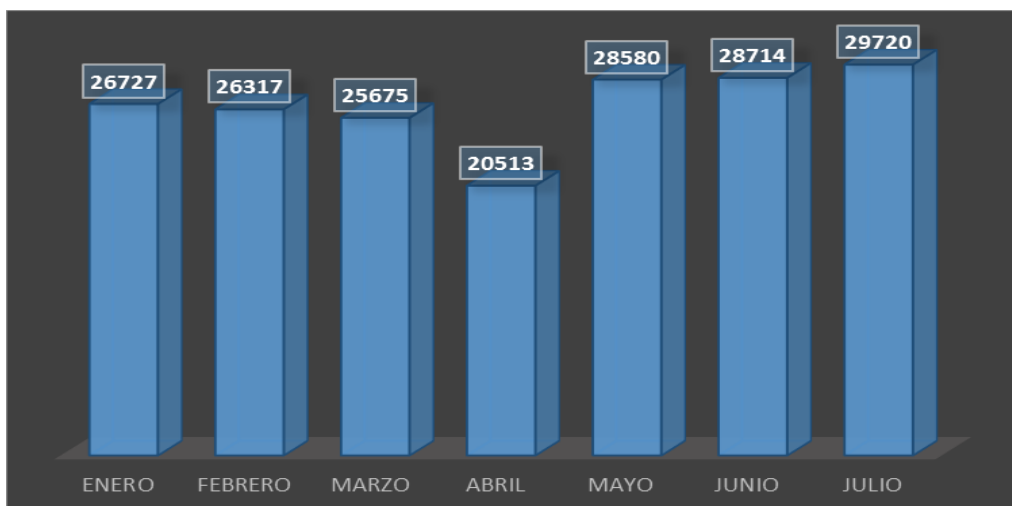


Figura 69. Metros perforados totales (empernadores)

b. Jumbos

Tabla 29. Metros perforados (jumbos)

MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	4868	63036	67904
FEBRERO	4712	55390	60102
MARZO	5160	57654	62814
ABRIL	5748	66439	72187
MAYO	6117	68570	74687
JUNIO	5882	69297	75179
JULIO	5980	69460	75440

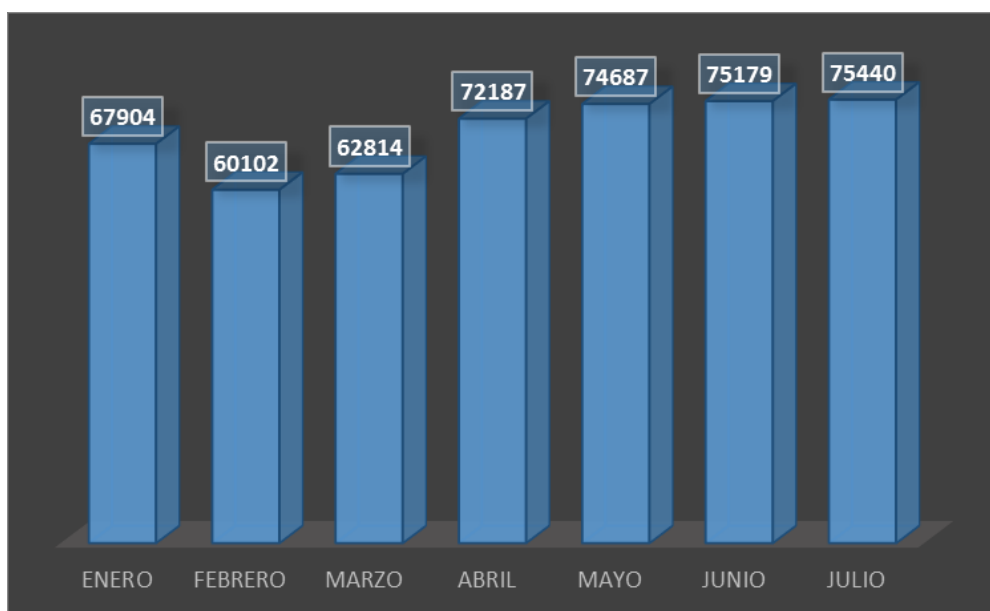


Figura 70. Metros perforados totales (jumbos)

c. Taladros Largos

COLUMNA T-38

Tabla 30. Metros perforados de la columna t38

COLUMNA T-38			
MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	2256	16638	18894
FEBRERO	2384	17379	19763
MARZO	2715	19843	22558
ABRIL	3340	24548	27888
MAYO	3224	23605	26829
JUNIO	3344	25385	28729
JULIO	3058	22266	25324

COLUMNA T-45

Tabla 31. Metros perforados de la columna t45

COLUMNA T-45			
MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	2423	17470	19893
FEBRERO	2129	15352	17481
MARZO	2378	17177	19555
ABRIL	2245	16075	18320
MAYO	2565	18558	21123
JUNIO	2457	17548	20005
JULIO	2902	20952	23854

COLUMNA T-45 Y T-38

Tabla 32. Total de metros perforados de la columna (t45 y t38)

TOTAL (COLUMNA T-45 Y T-38)			
MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	4679	34108	38787
FEBRERO	4513	32731	37244
MARZO	5093	37019	42112
ABRIL	5585	40623	46208
MAYO	5789	42164	47953
JUNIO	5801	42933	48734
JULIO	5960	43218	49178

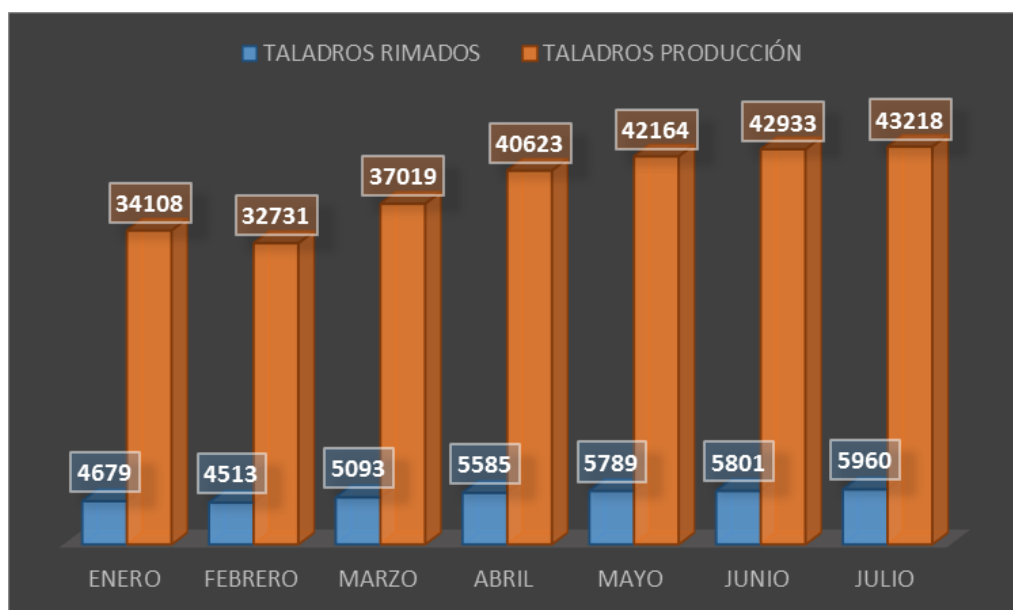


Figura 71. Total de metros perforados de la columna (t-45 y t-38)

d. Resumen del total de metros perforados

Tabla 33. Resumen del total de metros perforados

MESES	JUMBROS	EMPERNADORES	SIMBAS T-38	SIMBAS T-45	TOTAL	PORCENTAJE DE INCREMENTO O DISMINUCIÓN
ENERO	26726.69	67904.20	18893.99	19893.14	133418.02	-
FEBRERO	26317.35	60102.44	19763.23	17481.14	123664.15	-7.3
MARZO	25674.83	62813.98	22557.85	19554.59	130601.25	5.6
ABRIL	20513.34	72187.20	27888.13	18319.81	138908.48	6.4
MAYO	28580.18	74686.96	26829.32	21123.18	151219.64	8.9
JUNIO	28714.29	75178.70	28729.03	20005.16	152627.18	0.9
JULIO	29720.44	75439.60	25324.00	23854.00	154338.04	1.1

4.5.3. Consumo de brocas

Para poder realizar el trabajo de perforación, los operadores solicitan a diario al área de perforación (EPIROC) brocas afiladas y brocas nuevas (juego de brocas) para poder utilizarlos en dicho trabajo.

Para lo siguiente se muestra el consumo de brocas por mes correspondiente al año 2019 de la U.M. Colquijirca.

a. Empernadores

Tabla 34. Consumo de brocas por mes (empernadores)

MES	TOTAL
ENERO	317
FEBRERO	397
MARZO	307
ABRIL	417
MAYO	390
JUNIO	315
JULIO	304

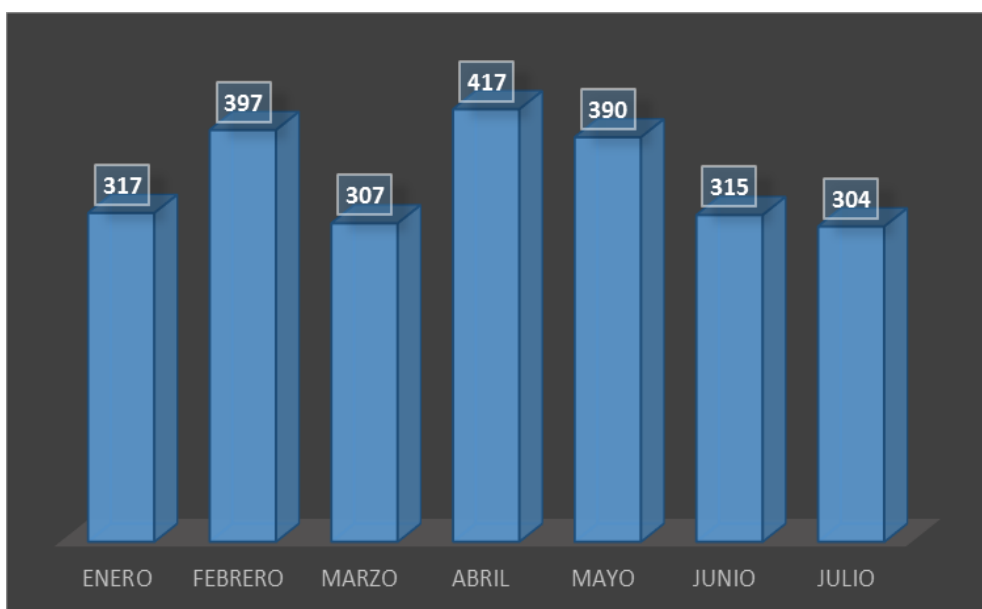


Figura 72. Consumo de brocas por mes (empernadores)

b. Jumbos

Tabla 35. Consumo de brocas por mes (jumbos)

MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	51	567	618
FEBRERO	55	608	663
MARZO	36	429	465
ABRIL	42	508	550
MAYO	44	500	544
JUNIO	31	366	397
JULIO	29	350	379

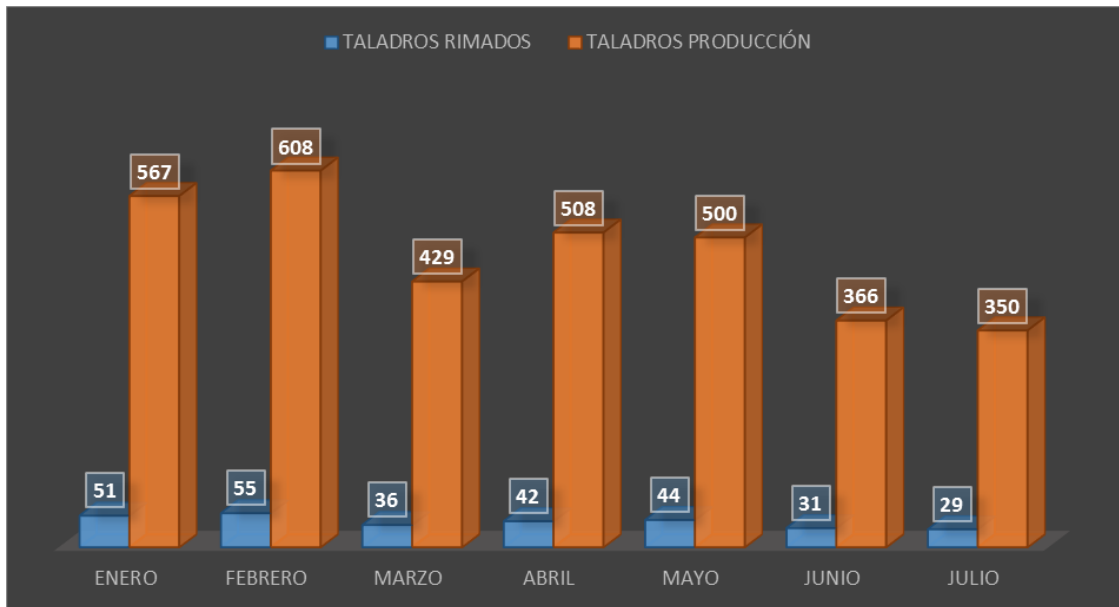


Figura 73. Consumo de brocas por mes (jumbos)

c. Taladros largos

COLUMNA T-38

Tabla 36. Consumo de brocas columna t-38

COLUMNA T-38			
MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	30	205	235
FEBRERO	24	182	206
MARZO	29	210	239
ABRIL	24	193	217
MAYO	26	202	228
JUNIO	23	210	233
JULIO	19	152	171

COLUMNA T-45

Tabla 37. Consumo de brocas columna t-45

COLUMNA T-45			
MES	TALADROS RIMADOS	TALADROS PRODUCCIÓN	TOTAL
ENERO	13	91	104
FEBRERO	20	145	165
MARZO	21	149	170
ABRIL	22	172	194
MAYO	14	100	114
JUNIO	7	56	63
JULIO	14	109	123

COLUMNA T-45 Y T-38

Tabla 38. Consumo total de brocas de la columna t-45 y t-38

TOTAL (COLUMNA T-45 Y T-38)			
MES	TALADROS RIMADOS TOTALES	TALADROS PRODUCCIÓN TOTALES	TOTAL
ENERO	43	296	339
FEBRERO	44	327	371
MARZO	50	359	409
ABRIL	46	365	411
MAYO	40	302	342
JUNIO	30	266	296
JULIO	33	261	294

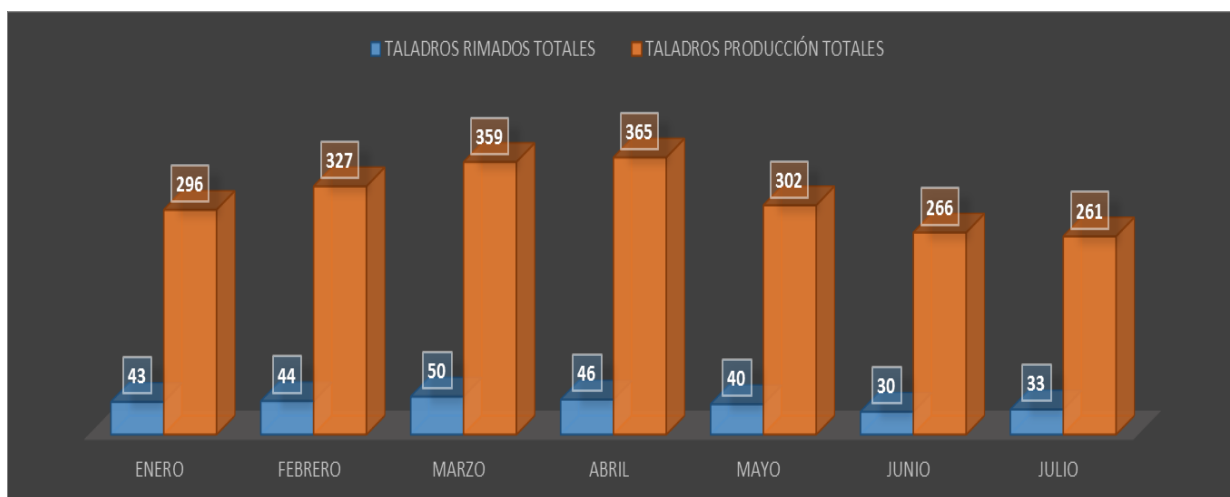


Figura 74. Consumo total de brocas de la columna t-45 y t-38

d. Resumen del consumo de brocas

Tabla 39. Resumen respecto al consumo de brocas

MESES	BROCA BOTÓN SR28 X 38MM	BROCA SR35 X 51MM BOT. ESF.	BROCA DOMO SR35 102MM ESF.	BROCA RETRAC. DC T38 X 64MM	BROCA DOMO T38 X 127MM ESF.	BROCA T45 x 89MM POWERBIT	BROCA RIMADORA T45 152 MM	TOTAL	PORCENTAJE DE INCREMENTO O DISMINUCIÓN
ENERO	317	567	51	205	30	91	13	1274	
FEBRERO	397	608	55	182	24	145	20	1431	+ 12.3
MARZO	307	429	36	210	29	149	21	1181	- 17.5
ABRIL	417	508	42	193	24	172	22	1378	+ 16.7
MAYO	390	500	44	202	26	100	14	1276	- 7.4
JUNIO	315	366	31	210	23	56	7	1008	- 21.0
JULIO	304	350	29	152	19	109	14	977	- 3.1

4.5.4. Metro perforado vs consumo de brocas

Se realiza el siguiente análisis entre los metros perforados y el consumo de brocas para poder observar a detalle como es el comportamiento de dichos factores.

Para lo siguiente se muestra el análisis entre metro perforado y consumo de brocas realizado por mes que corresponde al año 2019 de la U.M. Colquijirca.

a. Empernadores

Tabla 40. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (empernadores)

MES	TOTAL DE METROS PERFORADOS	TOTAL DE BROCAS UTILIZADOS
ENERO	26727	317
FEBRERO	26317	397
MARZO	25675	307
ABRIL	20513	417
MAYO	28580	390
JUNIO	28714	315
JULIO	29720	304

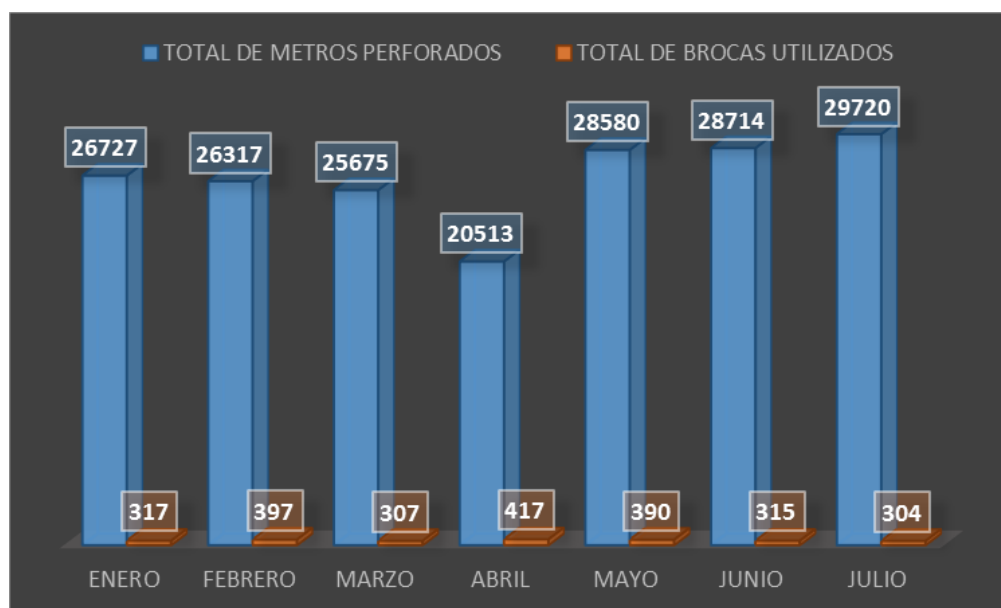


Figura 75. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (empernadores)

b. Jumbos

Taladros rimados

Tabla 41. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados)

TALADROS RIMADOS		
MES	TOTAL DE METROS PERFORADOS	TOTAL DE BROCAS UTILIZADAS
ENERO	4868	51
FEBRERO	4712	55
MARZO	5160	36
ABRIL	5748	42
MAYO	6117	44
JUNIO	5882	31
JULIO	5980	29

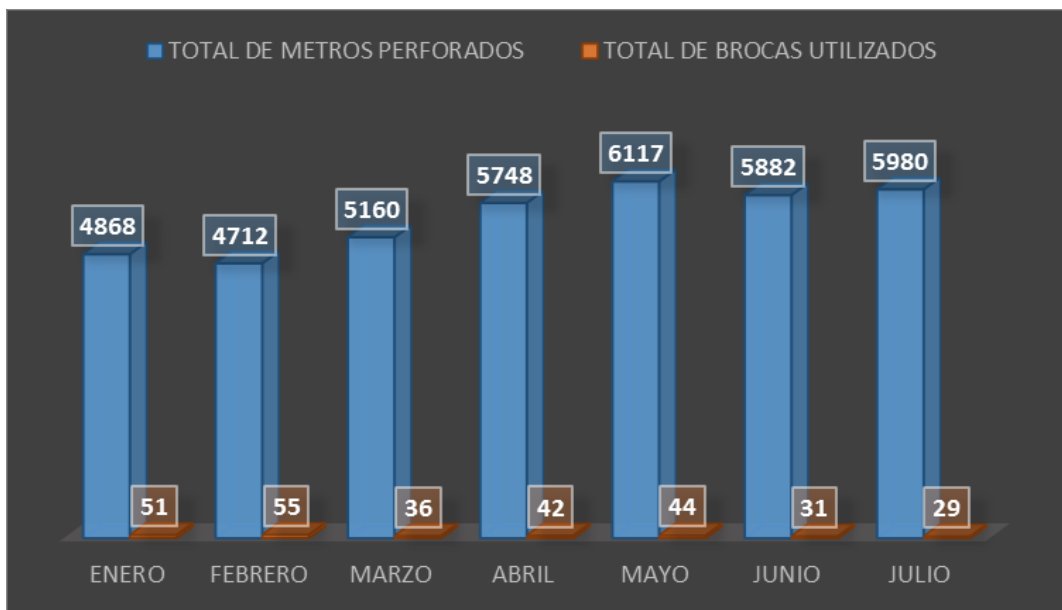


Figura 76. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados)

Taladros producción

Tabla 42. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción)

TALADROS PRODUCCIÓN		
MES	TOTAL DE METROS PERFORADOS	TOTAL DE BROCAS UTILIZADOS
ENERO	63036	567
FEBRERO	55390	608
MARZO	57654	429
ABRIL	66439	508
MAYO	68570	500
JUNIO	69297	366
JULIO	69460	350

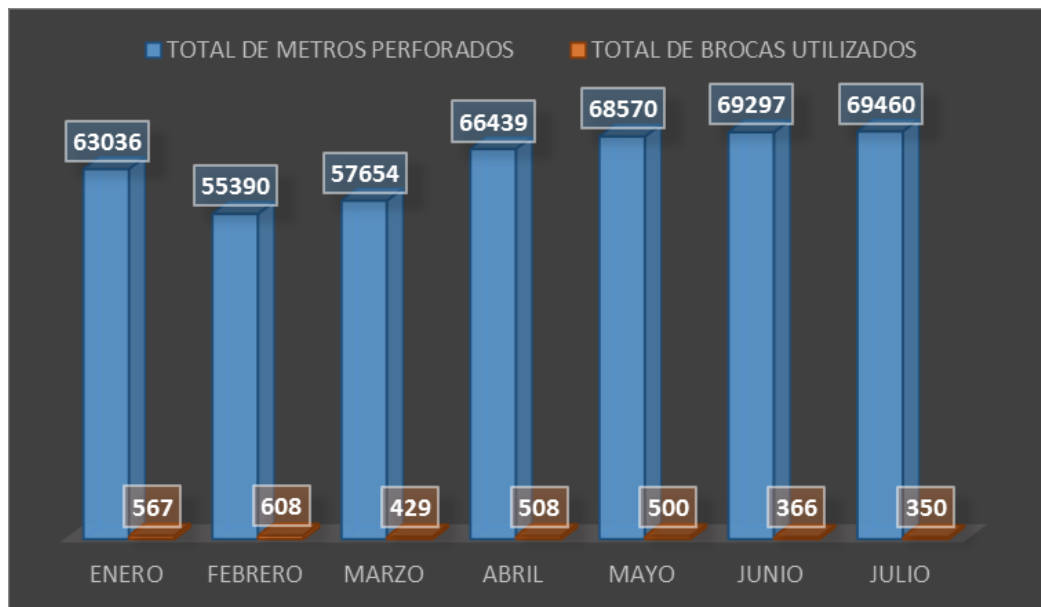


Figura 77. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción)

c. Taladros largos

COLUMNA T-38 (TALADROS RIMADOS)

Tabla 43. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38)

TALADROS RIMADOS T-38		
MES	METROS PERFORADOS	BROCAS UTILIZADOS
ENERO	2256	30
FEBRERO	2384	24
MARZO	2715	29
ABRIL	3340	24
MAYO	3224	26
JUNIO	3344	23
JULIO	3058	19

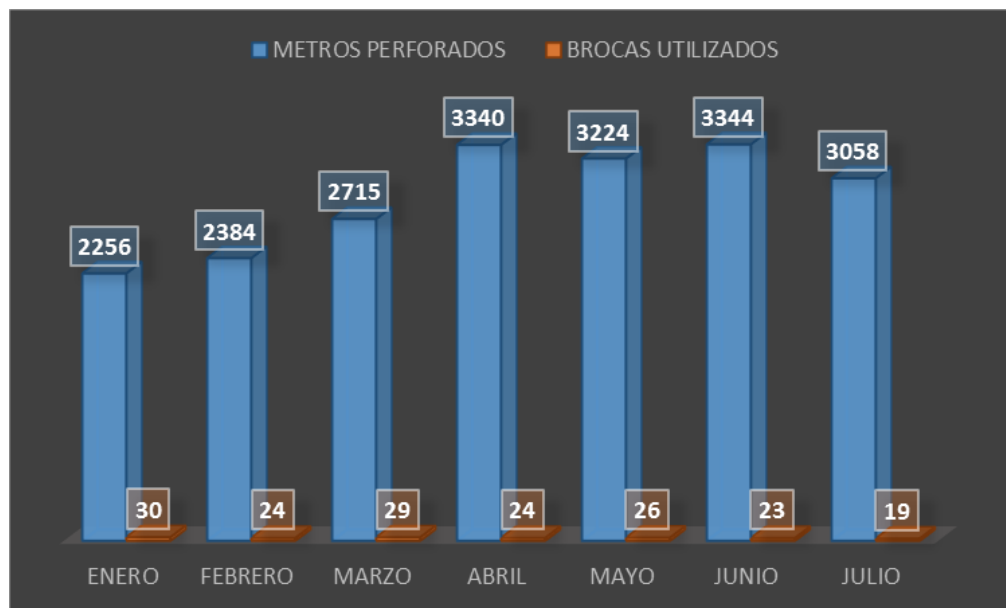


Figura 78. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38)

COLUMNA T-38 (TALADROS PRODUCCIÓN)

Tabla 44. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38)

TALADROS PRODUCCIÓN T-38		
MES	METROS PERFORADOS	BROCAS UTILIZADOS
ENERO	16638	205
FEBRERO	17379	182
MARZO	19843	210
ABRIL	24548	193
MAYO	23605	202
JUNIO	25385	210
JULIO	22266	152

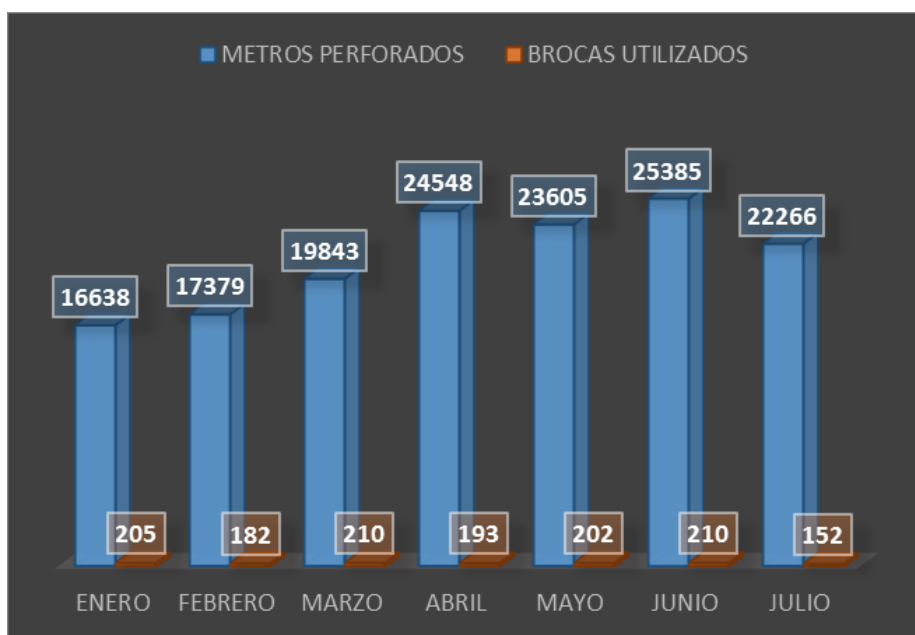


Figura 79. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38)

COLUMNA T-45 (TALADROS RIMADOS)

Tabla 45. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t45)

TALADROS RIMADOS T-45		
MES	METROS PERFORADOS	BROCAS UTILIZADOS
ENERO	2423	13
FEBRERO	2129	20
MARZO	2378	21
ABRIL	2245	22
MAYO	2565	14
JUNIO	2457	7
JULIO	2902	14

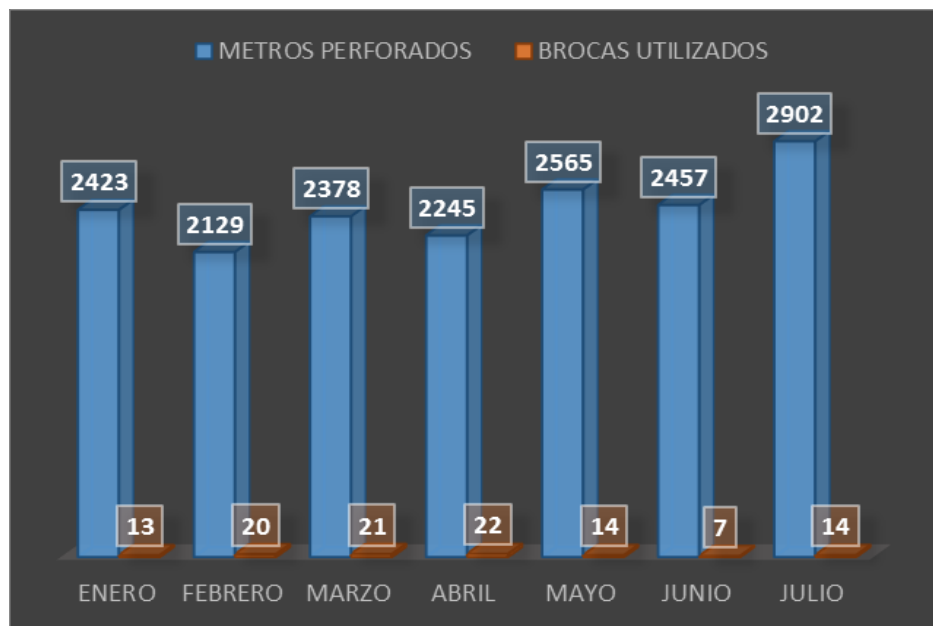


Figura 80. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t45)

COLUMNA T-45 (TALADROS PRODUCCIÓN)

Tabla 46. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t45)

TALADROS PRODUCCIÓN T-45		
MES	METROS PERFORADOS	BROCAS UTILIZADOS
ENERO	17470	91
FEBRERO	15352	145
MARZO	17177	149
ABRIL	16075	172
MAYO	18558	100
JUNIO	17548	56
JULIO	20952	109

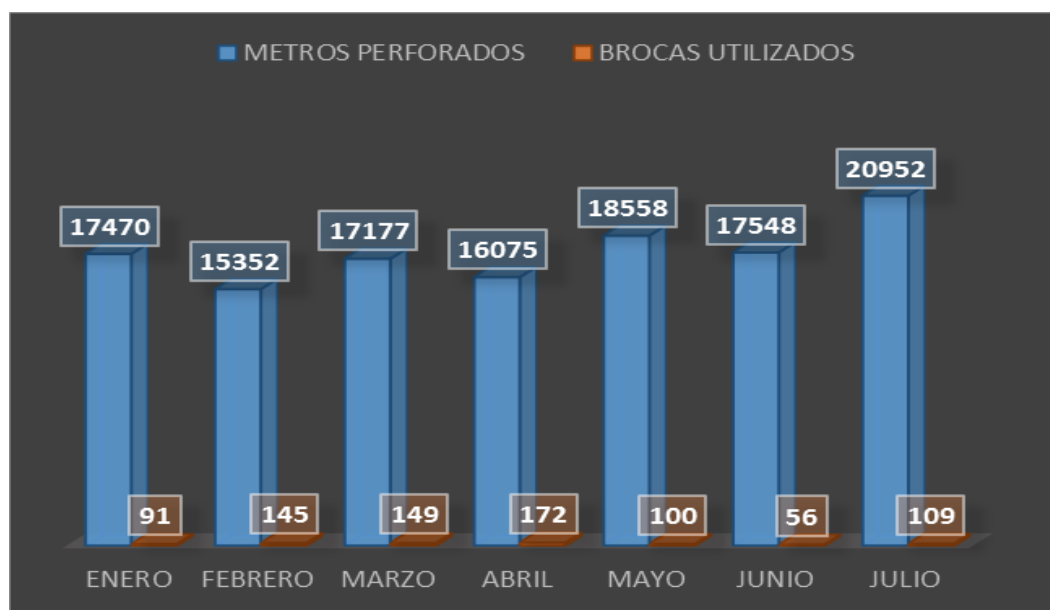


Figura 81. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t45)

TOTAL COLUMNA T-38 Y T-45 (TALADROS RIMADOS)

Tabla 47. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38 y t45)

TALADROS RIMADOS TOTALES (T38 Y T45)		
MES	TOTAL DE METROS PERFORADOS	TOTAL DE BROCAS UTILIZADOS
ENERO	4679	43
FEBRERO	4513	44
MARZO	5093	50
ABRIL	5585	46
MAYO	5789	40
JUNIO	5801	30
JULIO	5960	33

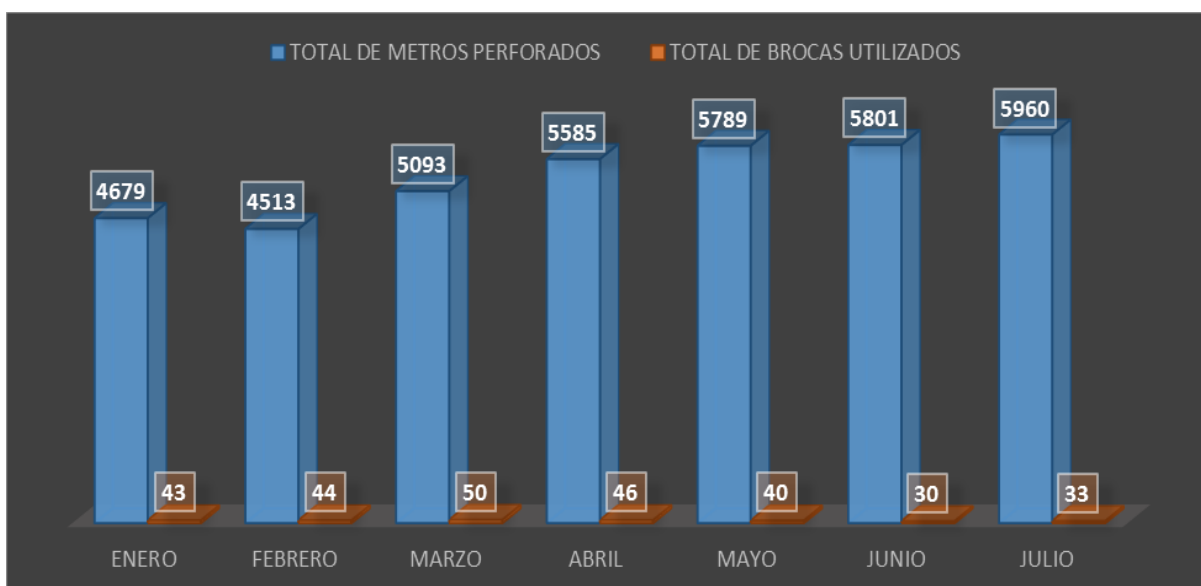


Figura 82. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros rimados – t38 y t45)

TOTAL COLUMNA T-38 Y T-45 (TALADROS PRODUCCIÓN)

Tabla 48. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38 y t45)

TALADROS PRODUCCIÓN TOTALES (T38 Y T45)		
MES	TOTAL DE METROS PERFORADOS	TOTAL DE BROCAS UTILIZADOS
ENERO	34108	296
FEBRERO	32731	327
MARZO	37019	359
ABRIL	40623	365
MAYO	42164	302
JUNIO	42933	266
JULIO	43218	261

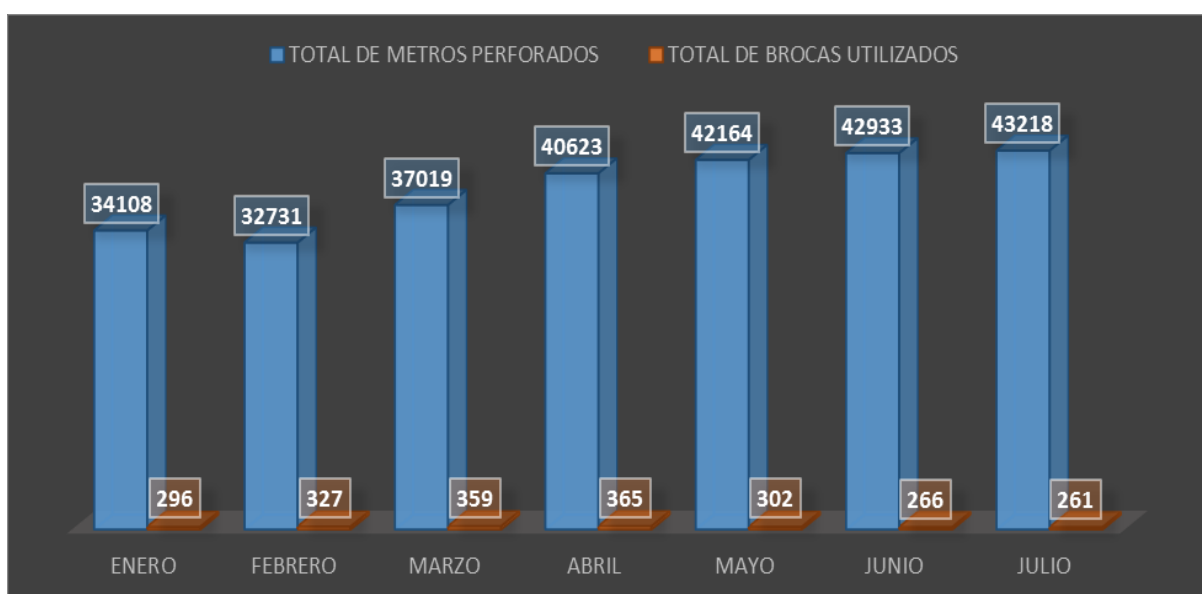


Figura 83. Comparación de metros perforados vs consumo de brocas (taladros producción – t38 y t45)

Se puede observar que hubo un incremento de metros perforados por parte de los equipos de perforación, debido al seguimiento oportuno que se realizó. Y, por otra parte, el consumo de brocas fue disminuyendo según el tiempo que pasaba. Por la tanto se puede apreciar una inversamente

proporcional en cuanto a los metros perforados y el consumo de brocas, mayor metraje obtenido con pocas brocas utilizadas.

Respecto a lo que compete al área de costos de EPIROC, se mejoró en las últimas valorizaciones teniendo mayor rentabilidad, por el incremento de metraje y el consumo óptimo de brocas.

4.5.5. Costos de perforación

A. Precios unitarios (P.U.)



Precios unitarios

AÑO 2019
EMPRESA Epiroc Perú S. A.
TRABAJO Suministro de aceros por contrato metros perforados
ECM JRC INGENIERIA Y COSTRUCCION SAC
UNIDAD El Brocal

Tabla 49. *Precio unitarios de JRC-El Brocal*

ITEM	CONCEPTO	U. M.	P.U. (US \$)
1	PERFORACIÓN CON JUMBOS	m	0.460
2	PERFORACIÓN CON EMPERNADORES	m	0.700
3	PERFORACIÓN LONG HOLE T38	m	1.500
4	PERFORACIÓN LONG HOLE T45	m	2.415
5	SERVICIO DE AFILADO	m	0.075
6	PERSONAL RDT	MES	7400.000
7	ALQUILER DE CAMIONETA	MES	2400.000
8	ALQUILER DE VIVIENDA	MES	635.980

B. Valorización por metro perforado

Tabla 50. Valorización mensual de JRC-El Brocal, 2019

		PERFORACIÓN CON JUMBOS	PERFORACIÓN CON EMPERNAD ORES	PERFORACIÓN LONG HOLE T-38	PERFORACIÓN LONG HOLE T-45	TOTAL	% DE INCREMENTO O DISMINUCIÓN
		0.46 \$/m	0.7 \$/m	1.5 \$/m	2.415 \$/m		
ENERO	CANTIDAD	67904	26727.0	18894.0	19898.0		
	TOTAL (US \$)	31235.84	18708.9	28341.0	48053.7	\$ 126339.4	
FEBRERO	CANTIDAD	60102	26317.0	19763.0	17481.0		
	TOTAL (US \$)	27646.92	18421.9	29644.5	42216.6	\$ 117929.9	- 6.5%
MARZO	CANTIDAD	62814	25675.0	22558.0	19555.0		
	TOTAL (US \$)	28894.44	17972.5	33837.0	47225.3	\$ 127929.3	+ 8.5%
ABRIL	CANTIDAD	72187	20513.0	27888.0	18320.0		
	TOTAL (US \$)	33206.02	14359.1	41832.0	44242.8	\$ 133639.9	+ 4.5%
MAYO	CANTIDAD	74687	28580.0	26829.0	21123.0		
	TOTAL (US \$)	34356.02	20006.0	40243.5	51012.0	\$ 145617.6	+ 9.0%
JUNIO	CANTIDAD	75179	28714.0	28729.0	20005.0		
	TOTAL (US \$)	34582.34	20099.8	43093.5	48312.1	\$ 146087.7	+ 0.3%
JULIO	CANTIDAD	75440	29720.0	25324.0	23854.0		
	TOTAL (US \$)	34702.4	20804.0	37986.0	57607.4	\$ 151099.8	+ 3.4%

CONCLUSIONES

1. La supervisión influye directamente en hacer llegar el rendimiento máximo de vida útil que puede tener una broca, por lo que se obtiene como resultado un 18.9% más de rendimiento que en un inicio (tabla 11). Dicho resultado final se llegó a tener gracias a un seguimiento oportuno de las diferentes actividades como: el correcto afilado, la operatividad de los equipos y tener conocimiento de las características de la roca.
2. Teniendo como resultado un correcto afilado de brocas, a partir de conocer el procedimiento adecuado y todos los criterios a considerar (ángulo de afilado, centralización de la muela con el inserto, refrigeración, etc.), nos ha servido para mejorar en el comportamiento de la cantidad de metros perforados. Respecto al punto mencionado se llegó incrementar los metros perforados desde el mes de marzo del 2019 hasta la actualidad julio del 2019 en un 5.6%, 6.4%, 8.9%, 0.9%, 1.1% respectivamente por cada mes (tabla 31).
3. Saber con exactitud el rendimiento de la vida útil de las brocas fue muy importante, porque nos ayuda a brindar el juego correcto de brocas. Asimismo, la finalidad de dicho trabajo es que los operadores lleguen a devolver todas las brocas que se le otorgó a inicio de guarda y no escondiéndolas o votándolas en las labores por exceso de peso, también para realizar la rotación adecuada de las brocas sin necesidad de ser sobre-perforada.
4. Realizando las asistencias técnicas a los equipos de perforación nos ayudó a determinar el estado de operatividad en el que se encuentran, para realizar las correcciones respectivas. Todo este trabajo es reflejado en el resultado de tener menos consumo de brocas, ya que, desde el mes de mayo del 2019 hasta la actualidad, julio de 2019 se ha llegado a reducir en un 7.4%, 21% y 3.1% (tabla 37). Definimos que el equipo cuando se encuentra operativo nos ayudara a cuidar y prevenir del

descarte prematuro de las brocas llegando a cumplir el máximo rendimiento.

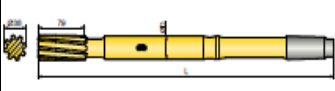
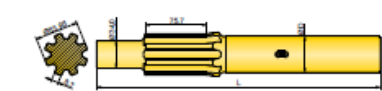
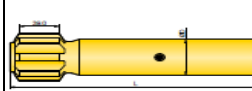



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABANTO, J. y BASQUEZ, J. Reducción de costos en las operaciones unitarias de. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2016. Tesis (Título de Ingeniero de Minas)
2. GAMARRA, A. Optimización de las brocas de botón de 45 mm* r32 para minimizar los costos de perforación en la compañía Minera Milpo S.A.A. UEA El Porvenir. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2011. Tesis (Título de Ingeniero de Minas)
3. MALLMA, I. Optimización del uso de aceros de perforación en la UEA San Cristóbal de Minera Bateas SAC. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2013. Tesis (Título de Ingeniero de Minas)
4. PALOMINO, G. Evaluación de la perforación y voladura en labores de desarrollo nivel-420 en la Mina Huarón-CIA Minera Huarón s.a. PAN American Silver Perú-Corporation. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, 2015. (Título de Ingeniero de Minas)
5. ROJAS, C. Gestión para el mejoramiento del sistema de control del uso de los aceros de perforación en la mina Radomiro Tomic de la División Radomiro Tomic de Codelco-Chile. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2013. (Título de Ingeniero de Minas)
6. MALLMA, I. Optimización del uso de aceros de perforación en la UEA San Cristóbal de Minera Bateas SAC. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2013. (Título de Ingeniero de Minas)
7. ESCOBAR, A. Análisis de falla en los aceros de perforación como estrategia de incremento de la vida útil de los equipos Top Hammer. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2013. (Título de Ingeniero de Minas)
8. CABALLERO, R. "Geología del distrito minero de Colquijirca y control estructural en Marcapunta y Smelter Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Cerro de Pasco". Universidad Nacional de ingeniería, Lima, Perú, 2012.
(Título de Ingeniero Geólogo)

ANEXOS

- Columnas de perforación empleados en la U.M. Colquijirca

JUMBOS EMPERNADORES		
SHANK		
		
Atlas Copco COP 1435 (90003556)	Ingersoll Rand Hydrastar 200 (90516090)	Hc 50 (90029587)
ACOPLE	BARRA	BROCA
		
R32 – R32 (90003560)	R32 – Hex 28mm – SR28 x 7'10." (90514370)	SR28 x 38mm (90514282)











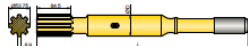



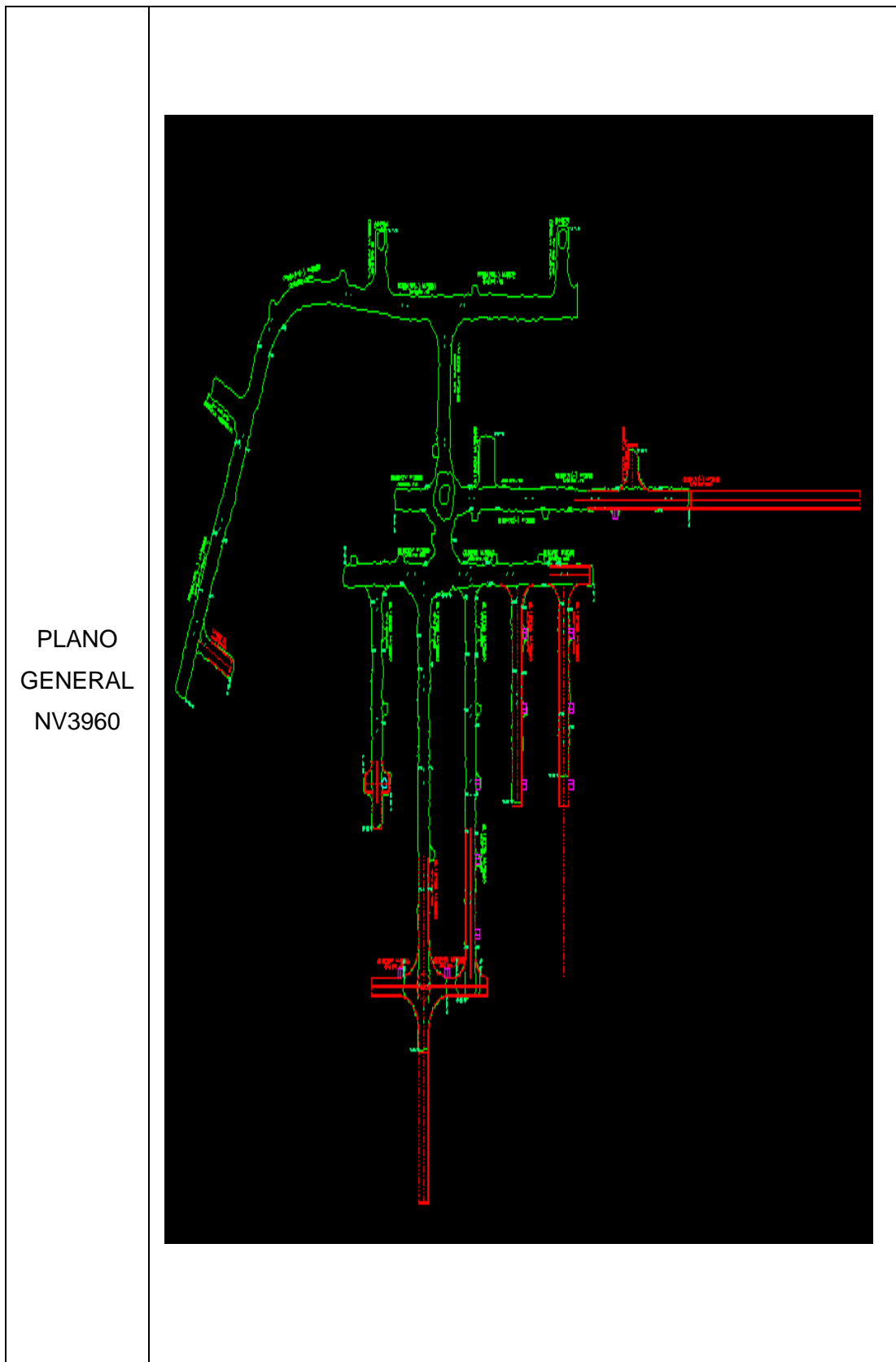
JUMBOS FRONTONEROS			
SHANK	ACOPLE		
			
Atlas Copco COP 1838 x 435mm (90516120)	T38 – T38 (90515737)		
BARRA	BROCA		
			
T38 – Hex 35mm – SR35 x 14' (90513858)	SR35 x 45mm (90513841)	SR35 x 51mm (90514649)	SR35 x 102mm (90029808)
T38 – Hex 35mm – SR35 x 8' 9 1/8" (90514159)			

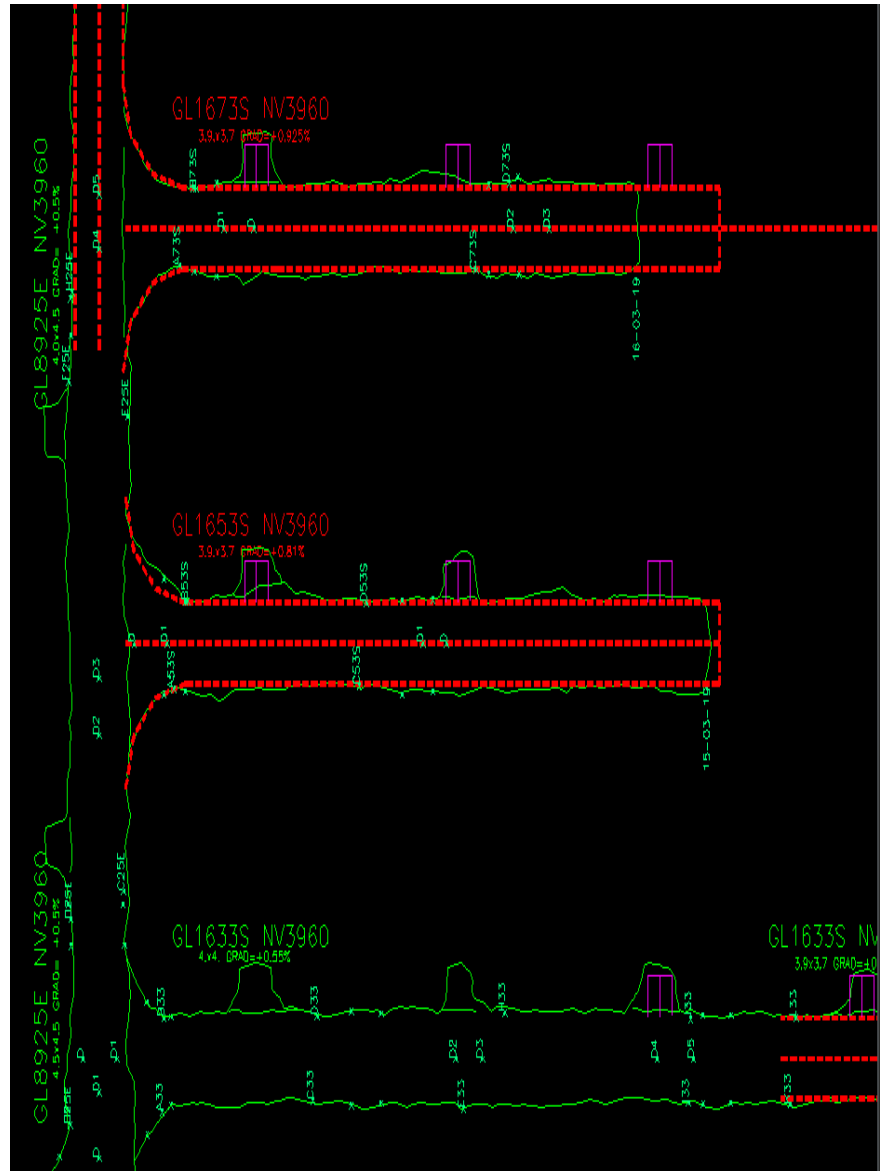
Tabla 51. Columnas de perforación U.M. Colquijirca

SIMBAS			
T 38			
SHANK	BARRA	BROCA	
			
Atlas Copco COP 1838 x 525mm (90516121)	T38 – RD 38mm – T38 x 5' (90510720)	T38 x 64mm Retráctil (90029467)	Broca rimadora domo 127mm (90029784)
T 45			
SHANK	BARRA	BROCA	
			
Atlas Copco COP 1845 x 525mm (90516206)	T45 – RD 45mm – T45 x 5' (90510730)	T45 x 89mm Retráctil (90029364)	Broca rimadora domo 152mm (90029606)

- Planos del Nivel 3960 - PRUEBAS REALIZADAS DE RENDIMIENTO



GALERIAS
Y TAJOS



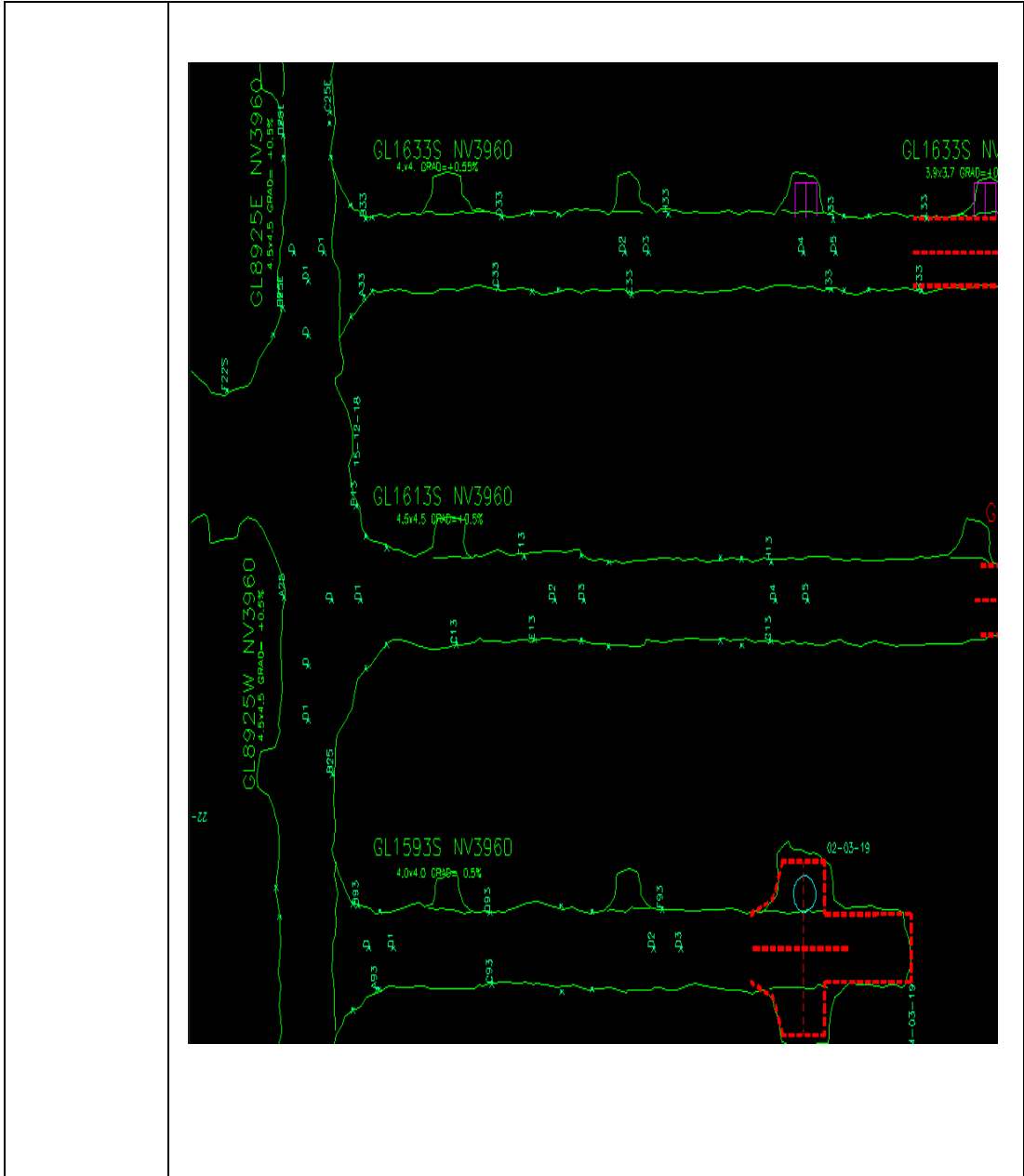


Tabla 52. Plano de la mina nv-3960